This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**Über dieses Buch**

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

**Nutzungsrichtlinien**

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

**Über Google Buchsuche**

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 08231630 2

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Ernst Haeckel.
1874.

# Natürliche Schöpfungsgeschichte.

Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die

**Entwickelungslehre**

im Allgemeinen und diejenige von

**Darwin, Goethe und Lamarck**

im Besonderen.

Von

**Dr. Ernst Haeckel**

Professor an der Universität Jena.

Fünfte verbesserte Auflage.

Mit dem Porträt des Verfassers
(nach einer Photographie)

und mit 16 Tafeln, 19 Holzschnitten, 18 Stammbäumen und 19 systematischen Tabellen.

Berlin, 1874.
Verlag von Georg Reimer.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
586580
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1913 L

Das Ueberſetzungsrecht wird vorbehalten.

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

# Allgemeines Inhaltsverzeichniß.

## Erſter Abſchnitt: Hiſtoriſcher Theil.

(I.—VI. Vortrag.)

### Geſchichte der Entwickelungslehre.


| | | Seite |
|---|---|---|
| I. Vortrag. | Inhalt und Bedeutung der Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie | 1 |
| II. Vortrag. | Wiſſenſchaftliche Berechtigung der Deſcendenztheorie. Schöpfungsgeſchichte nach Linné | 22 |
| III. Vortrag. | Schöpfungsgeſchichte nach Cuvier und Agaſſiz | 43 |
| IV. Vortrag. | Entwickelungstheorie von Goethe und Oken | 65 |
| V. Vortrag. | Entwickelungstheorie von Kant und Lamarck | 89 |
| VI. Vortrag. | Entwickelungstheorie von Lyell und Darwin | 111 |


## Zweiter Abſchnitt: Darwiniſtiſcher Theil.

(VII.—XI. Vortrag.)

### Der Darwinismus oder die Selectionstheorie.


| | | |
|---|---|---|
| VII. Vortrag. | Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus.) | 133 |
| VIII. Vortrag. | Vererbung und Fortpflanzung | 157 |
| IX. Vortrag. | Vererbungsgeſetze. Anpaſſung und Ernährung | 182 |
| X. Vortrag. | Anpaſſungsgeſetze | 203 |
| XI. Vortrag. | Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Daſein. Arbeitstheilung und Fortſchritt | 225 |

## Dritter Abschnitt: Kosmogenetischer Theil.

(XII—XV. Vortrag.)

### Grundzüge und Grundgesetze der Entwickelungslehre.


Seite

XII. Vortrag. Entwickelungsgesetze der organischen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie . . . . . 250

XIII. Vortrag. Entwickelungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenstofftheorie. Plastidentheorie . . . . . 281

XIV. Vortrag. Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde . . . . . 311

XV. Vortrag. Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden . . . . 333


## Vierter Abschnitt: Phylogenetischer Theil.

(XVI—XXI. Vortrag.)

### Die Phylogenie oder Stammesgeschichte der Organismen.


XVI. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Protistenreichs . . . 364

XVII. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Pflanzenreichs . . . 400

XVIII. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.
I. Urthiere, Pflanzenthiere, Wurmthiere . . . . 435

XIX. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.
II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere . . . . 468

XX. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.
III. Wirbelthiere . . . . . 502

XXI. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.
IV. Säugethiere . . . . . 536


## Fünfter Abschnitt: Anthropogenetischer Theil.

(XXII—XXIV. Vortrag.)

### Die Anwendung der Entwickelungslehre auf den Menschen.


XXII. Vortrag. Ursprung und Stammbaum des Menschen . . . . . 564

XXIII. Vortrag. Wanderung und Verbreitung des Menschengeschlechts. Menschenarten und Menschenrassen . . . . . 593

XXIV. Vortrag. Einwände gegen und Beweise für die Wahrheit der Descendenztheorie . . . . . 627

# Beſonderes Inhaltsverzeichniß.


Seite

**Vorwort zur erſten Auflage** . . . . . XVII

**Vorwort zur dritten Auflage** . . . . . XXI

**Nachwort zum Vorwort der dritten Auflage** . . . . XXXII

**Vorwort zur vierten Auflage** . . . . . XXXV

**Die Natur (Goethe, 1780)** . . . . . XLV


## Erſter Vortrag.


**Inhalt und Bedeutung der Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie** . . . . . 1


Allgemeine Bedeutung und weſentlicher Inhalt der von Darwin reformirten Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie. Beſondere Bedeutung derſelben für die Biologie (Zoologie und Botanik). Beſondere Bedeutung derſelben für die natürliche Entwickelungsgeſchichte des Menſchengeſchlechts. Die Abſtammungslehre als natürliche Schöpfungsgeſchichte. Begriff der Schöpfung. Wiſſen und Glauben. Schöpfungsgeſchichte und Entwickelungsgeſchichte. Zuſammenhang der individuellen und paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte. Unzweckmäßigkeitslehre oder Wiſſenſchaft von den rudimentären Organen. Unnütze und überflüſſige Einrichtungen im Organismus. Gegenſatz der beiden grundverſchiedenen Weltanſchauungen, der moniſtiſchen (mechaniſchen, cauſalen) und der dualiſtiſchen (teleologiſchen, vitalen). Begründung der erſteren durch die Abſtammungslehre. Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur, und Gleichheit der wirkenden Urſachen in Beiden. Bedeutung der Abſtammungslehre für die einheitliche (moniſtiſche) Auffaſſung der ganzen Natur.

## Zweiter Vortrag.


**Wiſſenſchaftliche Berechtigung der Deſcendenztheorie. Schöpfungsgeſchichte nach Linné** . . . . . 22


Die Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie als die einheitliche Er-

Seite

klärung der organischen Naturerscheinungen durch natürlich wirkende Ursachen. Vergleichung derselben mit Newton's Gravitationstheorie. Grenzen der wissenschaftlichen Erklärung und der menschlichen Erkenntniß überhaupt. Alle Erkenntniß ursprünglich durch sinnliche Erfahrung bedingt, aposteriori. Uebergang der aposteriorischen Erkenntnisse durch Vererbung in aprioriſche Erkenntnisse. Gegensatz der übernatürlichen Schöpfungshypotheſen von Linné, Cuvier, Agassiz, und der natürlichen Entwickelungstheorien von Lamarck, Goethe, Darwin. Zusammenhang der ersteren mit der monistischen (mechanischen), der letzteren mit der dualistischen (teleologischen) Weltanschauung. Monismus und Materialismus. Wissenschaftlicher und sittlicher Materialismus. Schöpfungsgeschichte des Moses. Linné als Begründer der systematischen Naturbeschreibung und Artunterscheidung. Linné's Klassifikation und binäre Nomenclatur. Bedeutung des Speciesbegriffs bei Linné. Seine Schöpfungsgeschichte. Linné's Ansicht von der Entstehung der Arten.

## Dritter Vortrag.

**Schöpfungsgeschichte nach Cuvier und Agassiz** . . . . . 43

Allgemeine theoretische Bedeutung des Speciesbegriffs. Unterschied in der theoretischen und praktischen Bestimmung des Artbegriffs. Cuvier's Definition der Species. Cuvier's Verdienste als Begründer der vergleichenden Anatomie. Unterscheidung der vier Hauptformen (Typen oder Zweige) des Thierreichs durch Cuvier und Bär. Cuvier's Verdienste um die Paläontologie. Seine Hypothese von den Revolutionen des Erdballs und den durch dieselben getrennten Schöpfungsperioden. Unbekannte, übernatürliche Ursachen dieser Revolutionen und der darauf folgenden Neuschöpfungen. Teleologisches Natursystem von Agassiz. Seine Vorstellungen vom Schöpfungsplane und dessen sechs Kategorien (Gruppenstufen des Systems). Agassiz' Ansichten von der Erschaffung der Species. Grobe Vermenschlichung (Anthropomorphismus) des Schöpfers in der Schöpfungshypothese von Agassiz. Innere Unhaltbarkeit derselben und Widersprüche mit den von Agassiz entdeckten wichtigen paläontologischen Gesetzen.

## Vierter Vortrag.

**Entwickelungstheorie von Goethe und Oken** . . . . . 65

Wissenschaftliche Unzulänglichkeit aller Vorstellungen von einer Schöpfung der einzelnen Arten. Nothwendigkeit der entgegengesetzten Entwickelungstheo-

Seite

rien. Geſchichtlicher Ueberblick über die wichtigſten Entwickelungstheorien. Ariſtoteles. Seine Lehre von der Urzeugung. Die Bedeutung der Naturphiloſophie. Goethe. Seine Verdienſte als Naturforſcher. Seine Metamorphoſe der Pflanzen. Seine Wirbeltheorie des Schädels. Seine Entdeckung des Zwiſchenkiefers beim Menſchen. Goethe's Theilnahme an dem Streite zwiſchen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire. Goethe's Entdeckung der beiden organiſchen Bildungstriebe, des konſervativen Specifikationstriebes (der Vererbung) und des progreſſiven Umbildungstriebes (der Anpaſſung). Goethe's Anſicht von der gemeinſamen Abſtammung aller Wirbelthiere mit Inbegriff des Menſchen. Entwickelungstheorie von Gottfried Reinhold Treviranus. Seine moniſtiſche Naturauffaſſung. Oken. Seine Naturphiloſophie. Oken's Vorſtellung vom Urſchleim (Protoplasmatheorie). Oken's Vorſtellung von den Infuſorien (Zellentheorie). Oken's Entwickelungstheorie.

## Fünfter Vortrag.

**Entwickelungstheorie von Kant und Lamarck** . . . . . 89

Kant's dualiſtiſche Biologie. Seine Anſicht von der Entſtehung der Anorgane durch mechaniſche, der Organismen durch zweckthätige Urſachen. Widerſpruch dieſer Anſicht mit ſeiner Hinneigung zur Abſtammungslehre. Kant's genealogiſche Entwickelungstheorie. Beſchränkung derſelben durch ſeine Teleologie. Vergleichung der genealogiſchen Biologie mit der vergleichenden Sprachforſchung. Anſichten zu Gunſten der Deſcendenztheorie von Leopold Buch, Bär, Schleiden, Unger, Schaafhauſen, Victor Carus, Büchner. Die franzöſiſche Naturphiloſophie. Lamarck's Philoſophie zoologique. Lamarck's moniſtiſches (mechaniſches) Naturſyſtem. Seine Anſichten von der Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungskräfte, der Vererbung und Anpaſſung. Lamarck's Anſicht von der Entwickelung des Menſchengeſchlechts aus affenartigen Säugethieren. Vertheidigung der Deſcendenztheorie durch Geoffroy S. Hilaire, Naudin und Lecoq. Die engliſche Naturphiloſophie. Anſichten zu Gunſten der Deſcendenztheorie von Erasmus Darwin, Grant, Herbert Spencer, Hooker, Huxley. Doppeltes Verdienſt von Charles Darwin.

## Sechſter Vortrag.

**Entwickelungstheorie von Lyell und Darwin** . . . . . 111

Charles Lyell's Grundſätze der Geologie. Seine natürliche Entwickelungsgeſchichte der Erde. Entſtehung der größten Wirkungen durch Sum-

Seite

mirung der kleinsten Ursachen. Unbegrenzte Länge der geologischen Zeiträume. Lyell's Widerlegung der Cuvier'schen Schöpfungsgeschichte. Begründung des ununterbrochenen Zusammenhangs der geschichtlichen Entwickelung durch Lyell und Darwin. Biographische Notizen über Charles Darwin. Seine wissenschaftlichen Werke. Seine Korallenrifftheorie. Entwickelung der Selectionstheorie. Ein Brief von Darwin. Gleichzeitige Veröffentlichung der Selectionstheorie von Charles Darwin und Alfred Wallace. Darwin's Studium der Hausthiere und Kulturpflanzen. Andreas Wagner's Ansicht von der besonderen Schöpfung der Kulturorganismen für den Menschen. Der Baum des Erkenntnisses im Paradies. Vergleichung der wilden und der Kulturorganismen. Darwin's Studium der Haustauben. Bedeutung der Taubenzucht. Gemeinsame Abstammung aller Taubenrassen.

## Siebenter Vortrag.

**Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus.)** . . . . . 133

Darwinismus (Selectionstheorie) und Lamarckismus (Descendenztheorie). Der Vorgang der künstlichen Züchtung: Auslese (Selection) der verschiedenen Einzelwesen zur Nachzucht. Die wirkenden Ursachen der Umbildung: Abänderung, mit der Ernährung zusammenhängend, und Vererbung, mit der Fortpflanzung zusammenhängend. Mechanische Natur dieser beiden physiologischen Functionen. Der Vorgang der natürlichen Züchtung: Auslese (Selection) durch den Kampf um's Dasein. Malthus' Bevölkerungstheorie. Mißverhältniß zwischen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der wirklichen (actuellen) Individuen jeder Organismenart. Allgemeiner Wettkampf um die Existenz, oder Mitbewerbung um die Erlangung der nothwendigen Lebensbedürfnisse. Umbildende und züchtende Kraft dieses Kampfes um's Dasein. Vergleichung der natürlichen und der künstlichen Züchtung. Zuchtwahl im Menschenleben. Militärische und medicinische Züchtung.

## Achter Vortrag.

**Vererbung und Fortpflanzung** . . . . . 157

Allgemeinheit der Erblichkeit und der Vererbung. Auffallende besondere Aeußerungen derselben. Menschen mit vier, sechs oder sieben Fingern und Zehen. Stachelschweinmenschen. Vererbung von Krankheiten, namentlich von

Seite

Geisteskrankheiten. Erbsünde. Erbliche Monarchie. Erbadel. Erbliche Talente und Seeleneigenschaften. Materielle Ursachen der Vererbung. Zusammenhang der Vererbung mit der Fortpflanzung. Urzeugung und Fortpflanzung. Ungeschlechtliche oder monogene Fortpflanzung. Fortpflanzung durch Selbsttheilung. Moneren und Amoeben. Fortpflanzung durch Knospenbildung, durch Keimknospenbildung und durch Keimzellenbildung. Geschlechtliche oder amphigone Fortpflanzung. Zwitterbildung oder Hermaphroditismus. Geschlechtstrennung oder Gonochorismus. Jungfräuliche Zeugung oder Parthenogenesis. Materielle Uebertragung der Eigenschaften beider Eltern auf das Kind bei der geschlechtlichen Fortpflanzung. Unterschied der Vererbung bei der geschlechtlichen und bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung.

## Neunter Vortrag.

**Vererbungsgesetze. Anpassung und Ernährung** . . . . 182

Unterscheidung der erhaltenden und fortschreitenden Vererbung. Gesetze der erhaltenden und conservativen Erblichkeit: Vererbung ererbter Charaktere. Ununterbrochene oder continuirliche Vererbung. Unterbrochene oder latente Vererbung. Generationswechsel. Rückschlag. Verwilderung. Geschlechtliche oder sexuelle Vererbung. Sekundäre Sexualcharaktere. Gemischte oder amphigone Vererbung. Bastardzeugung. Abgekürzte oder vereinfachte Vererbung. Gesetze der fortschreitenden oder progressiven Erblichkeit: Vererbung erworbener Charaktere. Angepaßte oder erworbene Vererbung. Befestigte oder constituirte Vererbung. Gleichzeitliche oder homochrone Vererbung. Gleichörtliche oder homotope Vererbung. Anpassung und Veränderlichkeit. Zusammenhang der Anpassung und der Ernährung. Unterscheidung der indirekten und direkten Anpassung.

## Zehnter Vortrag.

**Anpassungsgesetze** . . . . . 203

Gesetze der indirekten oder potentiellen Anpassung. Individuelle Anpassung. Monströse oder sprungweise Anpassung. Geschlechtliche oder sexuelle Anpassung. Gesetze der direkten oder actuellen Anpassung. Allgemeine oder universelle Anpassung. Gehäufte oder kumulative Anpassung. Gehäufte Einwirkung der äußeren Existenzbedingungen und gehäufte Gegenwirkung des Organismus. Der freie Wille. Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Uebung und Gewohnheit. Wechselbezügliche oder correlative Anpassung. Wech-

Seite

selbeziehungen der Entwickelung. Correlation der Organe. Erklärung der indirekten oder potentiellen Anpassung durch die Correlation der Geschlechtsorgane und der übrigen Körpertheile. Abweichende oder divergente Anpassung. Unbeschränkte oder unendliche Anpassung.

## Elfter Vortrag.

**Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein. Arbeitstheilung und Fortschritt** . . . . . 225

Wechselwirkung der beiden organischen Bildungstriebe, der Vererbung und Anpassung. Natürliche und künstliche Züchtung. Kampf um's Dasein oder Wettkampf um die Lebensbedürfnisse. Mißverhältniß zwischen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der Zahl der wirklichen (actuellen) Individuen. Verwickelte Wechselbeziehungen aller benachbarten Organismen. Wirkungsweise der natürlichen Züchtung. Gleichfarbige Zuchtwahl als Ursache der sympathischen Färbungen. Geschlechtliche Zuchtwahl als Ursache der sekundären Sexualcharaktere. Gesetz der Sonderung oder Arbeitstheilung (Polymorphismus, Differenzirung, Divergenz des Charakters). Uebergang der Varietäten in Species. Begriff der Species. Bastardzeugung. Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung (Progressus, Teleosis).

## Zwölfter Vortrag.

**Entwickelungsgesetze der organischen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie** . . . . . 250

Entwickelungsgesetze der Menschheit: Differenzirung und Vervollkommnung. Mechanische Ursache dieser beiden Grundgesetze. Fortschritt ohne Differenzirung und Differenzirung ohne Fortschritt. Entstehung der rudimentären Organe durch Nichtgebrauch und Abgewöhnung. Ontogenesis oder individuelle Entwickelung der Organismen. Allgemeine Bedeutung derselben. Ontogenie oder individuelle Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere, mit Inbegriff des Menschen. Eifurchung. Bildung der drei Keimblätter. Entwickelungsgeschichte des Centralnervensystems, der Extremitäten, der Kiemenbogen und des Schwanzes bei den Wirbelthieren. Ursächlicher Zusammenhang und Parallelismus der Ontogenesis und Phylogenesis, der individuellen und der Stammesentwickelung. Ursächlicher Zusammenhang und Parallelismus der Phylogenesis und der systematischen Entwickelung. Parallelismus der drei organischen Entwickelungsreihen.

## Dreizehnter Vortrag.

Seite

**Entwickelungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenstofftheorie. Plastidentheorie** . . . 281

Entwickelungsgeschichte der Erde. Kant's Entwickelungstheorie des Weltalls oder die kosmologische Gastheorie. Entwickelung der Sonnen, Planeten und Monde. Erste Entstehung des Wassers. Vergleichung der Organismen und Anorgane. Organische und anorganische Stoffe. Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzustände. Eiweißartige Kohlenstoffverbindungen. Organische und anorganische Formen. Krystalle und strukturlose Organismen ohne Organe. Stereometrische Grundformen der Krystalle und der Organismen. Organische und anorganische Kräfte. Lebenskraft. Wachsthum und Anpassung bei Krystallen und bei Organismen. Bildungstriebe der Krystalle. Einheit der organischen und anorganischen Natur. Urzeugung oder Archigonie. Autogonie und Plasmogonie. Entstehung der Moneren durch Urzeugung. Entstehung der Zellen aus Moneren. Zellentheorie. Plastidentheorie. Plastiden oder Bildnerinnen. Cytoden und Zellen. Vier verschiedene Arten von Plastiden.

## Vierzehnter Vortrag.

**Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde** . . . . . 311

Chorologische Thatsachen und Ursachen. Einmalige Entstehung der meisten Arten an einem einzigen Orte: „Schöpfungsmittelpunkte". Ausbreitung durch Wanderung. Aktive und passive Wanderungen der Thiere und Pflanzen. Transportmittel. Transport der Keime durch Wasser und Wind. Beständige Veränderung der Verbreitungsbezirke durch Hebungen und Senkungen des Bodens. Chorologische Bedeutung der geologischen Vorgänge. Einfluß des Klima-Wechsels. Eiszeit oder Glacial-Periode. Ihre Bedeutung für die Chorologie. Bedeutung der Wanderungen für die Entstehung neuer Arten. Isolirung der Kolonisten. Wagner's „Migrationsgesetz". Verhältniß der Migrationstheorie zur Selectionstheorie. Uebereinstimmung ihrer Folgerungen mit der Descendenztheorie.

## Fünfzehnter Vortrag.

**Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden** . . . . . 338

Reform der Systematik durch die Descendenztheorie. Das natürliche System als Stammbaum. Paläontologische Urkunden des Stammbaumes. Die

Seite

Versteinerungen als Denkmünzen der Schöpfung. Ablagerung der neptunischen Schichten und Einfluß der organischen Reste. Eintheilung der organischen Erdgeschichte in fünf Hauptperioden: Zeitalter der Tangwälder, Farnwälder, Nadelwälder, Laubwälder und Kulturwälder. System der neptunischen Schichten. Unermeßliche Dauer der während ihrer Bildung verflossenen Zeiträume. Ablagerung der Schichten nur während der Senkung, nicht während der Hebung des Bodens. Andere Lücken der Schöpfungsurkunde. Metamorphischer Zustand der ältesten neptunischen Schichten. Geringe Ausdehnung der paläontologischen Erfahrungen. Geringer Bruchtheil der versteinerungsfähigen Organismen und organischen Körpertheile. Seltenheit vieler versteinerten Arten. Mangel fossiler Zwischenformen. Die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

## Sechszehnter Vortrag.

**Stammbaum und Geschichte des Protistenreichs** . . . . 364

Specielle Durchführung der Descendenztheorie in dem natürlichen System der Organismen. Konstruktion der Stammbäume. Abstammung aller mehrzelligen Organismen von einzelligen. Abstammung der Zellen von Moneren. Begriff der organischen Stämme und Phylen. Zahl der Stämme des Thierreichs und des Pflanzenreichs. Einheitliche oder monophyletische und vielheitliche oder polyphyletische Descendenzhypothese. Das Reich der Protisten oder Urwesen. Acht Klassen des Protistenreichs. Moneren. Amoeboiden oder Protoplasten. Geißelschwärmer oder Flagellaten. Flimmerkugeln oder Katallakten. Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen. Kieselzellen oder Diatomeen. Schleimpilze oder Myxomyceten. Wurzelfüßer oder Rhizopoden. Bemerkungen zur allgemeinen Naturgeschichte der Protisten: Ihre Lebenserscheinungen, chemische Zusammensetzung und Formbildung (Individualität und Grundform). Phylogenie des Protistenreichs.

## Siebenzehnter Vortrag.

**Stammbaum und Geschichte des Pflanzenreichs** . . . . 400

Das natürliche System des Pflanzenreichs. Eintheilung des Pflanzenreichs in sechs Hauptklassen und neunzehn Klassen. Unterreich der Blumenlosen (Cryptogamen). Stammgruppe der Thallospflanzen. Tange oder Algen (Urtange, Grüntange, Brauntange, Rothtange, Mostange). Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze). Stammgruppe der Prothallus-

Seite

pflanzen. Moſe oder Muscinen (Lebermoſe, Laubmoſe). Farne oder Filicinen (Laubfarne, Schaftfarne, Waſſerfarne, Zungenfarne, Schuppenfarne). Unterreich der Blumenpflanzen (Phanerogamen). Nacktſamige oder Gymnoſpermen. Palmfarne (Cycadeen). Nadelhölzer (Coniferen). Meningos (Gnetaceen). Deckſamige oder Angioſpermen. Monocotylen. Dicotylen. Kelchblüthige (Apetalen). Sternblüthige (Diapetalen). Glockenblüthige (Gamopetalen).

## Achtzehnter Vortrag.

**Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. I. Urthiere, Pflanzenthiere, Wurmthiere** . . . . . 435

Das natürliche Syſtem des Thierreichs. Syſtem von Linné und Lamarck. Die vier Typen von Bär und Cuvier. Vermehrung derſelben auf ſieben Typen. Genealogiſche Bedeutung der ſieben Typen als ſelbſtſtändiger Stämme des Thierreichs. Monophyletiſche und polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe des Thierreichs. Abſtammung der Pflanzenthiere und Würmer von den Urthieren. Gemeinſamer Urſprung der vier höheren Thierſtämme aus dem Würmerſtamm. Eintheilung der ſieben Thierſtämme in 16 Hauptklaſſen und 38 Klaſſen. Stamm der Urthiere. Urahnthiere (Moneren, Amoeben, Synamoeben). Gregarinen. Infuſionsthiere. Planäaden und Gaſträaden (Planula und Gaſtrula). Stamm der Pflanzenthiere. Schwämme oder Spongien (Schleimſchwämme, Faſerſchwämme, Kalkſchwämme). Neſſelthiere oder Akalephen (Korallen, Schirmquallen, Kammquallen). Stamm der Wurmthiere. Plattwürmer. Rundwürmer. Mosthiere. Mantelthiere Rüſſelwürmer. Sternwürmer. Räderwürmer. Ringelwürmer.

## Neunzehnter Vortrag.

**Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere** . . . . . 468

Stamm der Weichthiere oder Mollusken. Vier Klaſſen der Weichthiere: Taſcheln (Spirobranchien). Muſcheln (Lamellibranchien). Schnecken (Cochliden). Kracken (Cephalopoden). Stamm der Sternthiere oder Echinodermen. Abſtammung derſelben von den gegliederten Würmern (Panzerwürmern oder Phraktelminthen). Generationswechſel der Echinodermen. Vier Klaſſen der Sternthiere: Seeſterne (Aſteriden). Seelilien (Krinoiden). Seeigel (Echiniden). Seegurken (Holothurien). Stamm der Gliederthiere oder Arthropoden. Vier Klaſſen der Gliederthiere. Kiemenathmende Gliederthiere oder Cruſtaceen.

Seite

(Gliederkrebse, Panzerkrebse). Luftröhrenathmende Gliederthiere oder Tracheaten. Spinnen (Streckspinnen, Rundspinnen). Tausendfüßer. Insekten. Kauende und saugende Insekten. Stammbaum und Geschichte der acht Insekten-Ordnungen.

## Zwanzigster Vortrag.

**Stammbaum und Geschichte des Thierreichs. III. Wirbelthiere** . . . . . 502

Die Schöpfungsurkunden der Wirbelthiere. (Vergleichende Anatomie, Embryologie und Paläontologie.) Das natürliche System der Wirbelthiere. Die vier Klassen der Wirbelthiere von Linné und Lamarck. Vermehrung derselben auf neun Klassen. Hauptklasse der Rohrherzen oder Schädellosen (Lanzetthiere). Blutsverwandtschaft der Schädellosen mit den Mantelthieren. Uebereinstimmung der embryonalen Entwickelung von Amphioxus und von den Ascidien. Ursprung des Wirbelthierstammes aus der Würmergruppe. Hauptklasse der Unpaarnasen oder Rundmäuler (Inger und Lampreten). Hauptklasse der Anamnien oder Amnionlosen. Fische (Urfische, Schmelzfische, Knochenfische). Lurchfische oder Dipneusten. Seedrachen oder Halisaurier. Lurche oder Amphibien (Panzerlurche, Nacktlurche). Hauptklasse der Amnionthiere oder Amnioten. Reptilien (Stammreptilien, Eidechsen, Schlangen, Crocodile, Schildkröten, Flugreptilien, Drachen, Schnabelreptilien). Vögel (Fiederschwänzige, Fächerschwänzige, Büschelschwänzige).

## Einundzwanzigster Vortrag.

**Stammbaum und Geschichte des Thierreichs. IV. Säugethiere** . . . . . 536

System der Säugethiere nach Linné und nach Blainville. Drei Unterklassen der Säugethiere (Ornithodelphien, Didelphien, Monodelphien). Ornithodelphien oder Monotremen. Schnabelthiere (Ornithostomen). Didelphien oder Marsupialien. Pflanzenfressende und fleischfressende Beutelthiere. Monodelphien oder Placentalien (Placentalthiere). Bedeutung der Placenta. Zottenplacentner. Gürtelplacentner. Scheibenplacentner. Decidualose oder Indeciduen. Hufthiere. Unpaarhufer und Paarhufer. Walthiere. Zahnarme. Deciduathiere oder Deciduaten. Halbaffen. Nagethiere. Scheinhufer. Insektenfresser. Raubthiere. Fledderthiere. Affen.

Seite

## Zweiundzwanzigster Vortrag.

**Ursprung und Stammbaum des Menschen** . . . . . 564

Die Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen. Unermeßliche Bedeutung und logische Nothwendigkeit derselben. Stellung des Menschen im natürlichen System der Thiere, insbesondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menschen in der Ordnung der Affen. Schmalnasen (Affen der alten Welt) und Plattnasen (amerikanische Affen). Unterschiede beider Gruppen. Entstehung des Menschen aus Schmalnasen. Menschenaffen oder Anthropoiden. Afrikanische Menschenaffen (Gorilla und Schimpanse). Asiatische Menschenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verschiedenen Menschenaffen und der verschiedenen Menschenrassen. Uebersicht der Ahnenreihe des Menschen. Wirbellose Ahnen (Prochordaten) und Wirbelthier-Ahnen.

## Dreiundzwanzigster Vortrag.

**Wanderung und Verbreitung des Menschengeschlechts. Menschenarten und Menschenrassen** . . . . . 593

Alter des Menschengeschlechts. Ursachen der Entstehung desselben. Der Ursprung der menschlichen Sprache. Einstämmiger (monophyletischer) und vielstämmiger (polyphyletischer) Ursprung des Menschengeschlechts. Abstammung der Menschen von vielen Paaren. Klassifikation der Menschenrassen. System der zwölf Menschenarten. Wollhaarige Menschen oder Ulotrichen. Büschelhaarige (Papua's, Hottentotten). Vließhaarige (Kaffern, Neger). Schlichthaarige Menschen oder Lissotrichen. Straffhaarige (Australier, Malayen, Mongolen, Arktiker, Amerikaner). Lockenhaarige (Dravidas, Nubier, Mittelländer). Bevölkerungszahlen. Urheimath des Menschen (Südasien oder Lemurien). Beschaffenheit des Urmenschen. Zahl der Ursprachen (Monoglottonen und Polyglottonen). Divergenz und Wanderung des Menschengeschlechts. Geographische Verbreitung der Menschenarten.

## Vierundzwanzigster Vortrag.

**Einwände gegen und Beweise für die Wahrheit der Descendenztheorie** . . . . . 627

Einwände gegen die Abstammungslehre. Einwände des Glaubens und

Seite

der Vernunft. Unermeßliche Länge der geologischen Zeiträume. Uebergangsformen zwischen den verwandten Species. Abhängigkeit der Formbeständigkeit von der Vererbung, und des Formwechsels von der Anpassung. Entstehung sehr zusammengesetzter Organisations-Einrichtungen. Stufenweise Entwickelung der Instinkte und Seelenthätigkeiten. Entstehung der aprioristischen Erkenntnisse aus aposteriorischen. Erfordernisse für das richtige Verständniß der Abstammungslehre. Nothwendige Wechselwirkung der Empirie und Philosophie. Beweise für die Descendenztheorie. Innerer ursächlicher Zusammenhang aller biologischen Erscheinungsreihen. Der direkte Beweis der Selectionstheorie. Verhältniß der Descendenztheorie zur Anthropologie. Beweise für den thierischen Ursprung des Menschen. Die Pithekoidentheorie als untrennbarer Bestandtheil der Descendenztheorie. Induction und Deduction. Stufenweise Entwickelung des menschlichen Geistes. Körper und Geist. Menschenseele und Thierseele. Blick in die Zukunft.

---

**Verzeichniß der im Texte mit Ziffern angeführten Schriften** . . . . . 659

**Erklärung der Tafeln** . . . . . 663

Taf. I. Lebensgeschichte eines einfachsten Organismus, eines Moneres *(Protomyxa aurantiaca)* . . . . . 663

Taf. II und III. Keime oder Embryonen von vier Wirbelthieren (Schildkröte, Huhn, Hund, Mensch) . . . . . 664

Taf. IV. Hand von neun verschiedenen Säugethieren . . . . . 664

Taf. V. Stammbaum des Pflanzenreichs, paläontologisch begründet . 665

Taf. VI. Geschichtliches Wachsthum der sechs Thierstämme . . . . 665

Taf. VII. Gruppe von Pflanzenthieren im Mittelmeere . . . . . 666

Taf. VIII und IX. Generationswechsel der Sternthiere . . . . . 669

Taf. X und XI. Entwickelungsgeschichte der Krebsthiere oder Crustaceen 671

Taf. XII und XIII. Entwickelungsgeschichte der Ascidie und des Amphioxus 675

Taf. XIV. Stammbaum des Wirbelthierstammes, paläontologisch begründet . . . . . 675

Taf. XV. Hypothetische Skizze des monophyletischen Ursprungs und der Verbreitung der zwölf Menschen-Species von Lemurien aus über die Erde . . . . . 677

Taf. XVI. Entwickelungsgeschichte eines Kalkschwammes (Olynthus) . 679

**Register** . . . . . 680

---

# Vorwort

## zur ersten Auflage.

Die vorliegenden freien Vorträge über „natürliche Schöpfungsgeschichte" sind im Wintersemester $18\frac{66}{67}$ vor einem aus Laien und Studirenden aller Facultäten zusammengesetzten Publikum hier von mir gehalten, und von zweien meiner Zuhörer, den Studirenden Hörnlein und Römheld, stenographirt worden. Abgesehen von den redactionellen Veränderungen des stenographischen Manuscripts, habe ich an mehreren Stellen Erörterungen weggelassen, welche für meinen engeren Zuhörerkreis von besonderem Interesse waren, und dagegen an anderen Stellen Erläuterungen eingefügt, welche mir für den weiteren Leserkreis erforderlich schienen. Die Abkürzungen betreffen besonders die erste Hälfte, die Zusätze dagegen die zweite Hälfte der Vorträge. Der XV., XVI., XVII. und XVIII. Vortrag, welche ursprünglich zusammen nur zwei Vorträge bildeten, sind gänzlich umgearbeitet und bedeutend erweitert worden.

Die „natürliche Schöpfungsgeschichte" oder richtiger ausgedrückt: Die „natürliche Entwickelungslehre", deren selbstständige Förderung und weitere Verbreitung den Zweck dieser Vorträge bildet, ist seit nun bald zehn Jahren durch die große Geistesthat von Charles Darwin in ein neues Stadium ihrer Entwickelung getreten. Was frühere Anhänger derselben nur unbestimmt andeuteten oder ohne Erfolg aussprachen, was schon Wolfgang Goethe mit dem prophetischen Genius des Dichters, weit seiner Zeit vorauseilend, ahnte, was

Jean Lamarck bereits, unverstanden von seinen befangenen Zeitgenossen, zu einer klaren wissenschaftlichen Theorie formte, das ist durch das epochemachende Werk von Charles Darwin unveräußerliches Erbgut der menschlichen Erkenntniß und die erste Grundlage geworden, auf der alle wahre Wissenschaft in Zukunft weiter bauen wird. „Entwickelung" heißt von jetzt an das Zauberwort, durch das wir alle uns umgebenden Räthsel lösen, oder wenigstens auf den Weg ihrer Lösung gelangen können. Aber wie Wenige haben dieses Losungswort wirklich verstanden, und wie Wenigen ist seine weltumgestaltende Bedeutung klar geworden! Befangen in der mythischen Tradition von Jahrtausenden, und geblendet durch den falschen Glanz mächtiger Autoritäten, haben selbst hervorragende Männer der Wissenschaft in dem Siege der Entwickelungstheorie nicht den größten Fortschritt, sondern einen gefährlichen Rückschritt der Naturwissenschaft erblickt, und namentlich den biologischen Theil derselben, die Abstammungslehre oder Descendenztheorie, unrichtiger beurtheilt, als der gesunde Menschenverstand des gebildeten Laien.

Diese Wahrnehmung vorzüglich war es, welche mich zur Veröffentlichung dieser gemeinverständlichen wissenschaftlichen Vorträge bestimmte. Ich hoffe dadurch der Entwickelungslehre, welche ich für die größte Eroberung des menschlichen Geistes halte, manchen Anhänger auch in jenen Kreisen der Gesellschaft zuzuführen, welche zunächst nicht mit dem empirischen Material der Naturwissenschaft, und der Biologie insbesondere, näher vertraut, aber durch ihr Interesse an dem Naturganzen berechtigt, und durch ihren natürlichen Menschenverstand befähigt sind, die Entwickelungstheorie zu begreifen, und als Schlüssel zum Verständniß der Erscheinungswelt zu benutzen. Die Form der freien Vorträge, in welcher hier die Grundzüge der allgemeinen Entwickelungsgeschichte behandelt sind, hat mancherlei Nachtheile. Aber ihre Vorzüge, namentlich der freie und unmittelbare Verkehr zwischen dem Vortragenden und dem Zuhörer, überwiegen in meinen Augen die Nachtheile bedeutend.

Der lebhafte Kampf, welcher in den letzten Jahren um die Ent-

wickelungslehre entbrannt ist, muß früher oder später nothwendig mit ihrer allgemeinen Anerkennung endigen. Dieser glänzendste Sieg des erkennenden Verstandes über das blinde Vorurtheil, der höchste Triumph, den der menschliche Geist erringen konnte, wird sicherlich mehr als alles Andere nicht allein zur geistigen Befreiung, sondern auch zur sittlichen Vervollkommnung der Menschheit beitragen. Zwar haben nicht nur diejenigen engherzigen Leute, die als Angehörige einer bevorzugten Kaste jede Verbreitung allgemeiner Bildung überhaupt scheuen, sondern auch wohlmeinende und edelgesinnte Männer die Befürchtung ausgesprochen, daß die allgemeine Verbreitung der Entwickelungstheorie die gefährlichsten moralischen und socialen Folgen haben werde. Nur die feste Ueberzeugung, daß diese Besorgniß gänzlich unbegründet ist, und daß im Gegentheil jeder große Fortschritt in der wahren Naturerkenntniß unmittelbar oder mittelbar auch eine entsprechende Vervollkommnung des sittlichen Menschenwesens herbeiführen muß, konnte mich dazu ermuthigen, die wichtigsten Grundzüge der Entwickelungstheorie in der hier vorliegenden Form einem weiteren Kreise zugänglich zu machen.

Den wißbegierigen Leser, welcher sich genauer über die in diesen Vorträgen behandelten Gegenstände zu unterrichten wünscht, verweise ich auf die im Texte mit Ziffern angeführten Schriften, welche am Schlusse desselben im Zusammenhang verzeichnet sind. Bezüglich derjenigen Beiträge zum Ausbau der Entwickelungslehre, welche mein Eigenthum sind, verweise ich insbesondere auf meine 1866 veröffentlichte „Generelle Morphologie der Organismen" (Erster Band: Allgemeine Anatomie oder Wissenschaft von den entwickelten Formen; Zweiter Band: Allgemeine Entwickelungsgeschichte oder Wissenschaft von den entstehenden Formen). Dies gilt namentlich von meiner, im ersten Bande ausführlich begründeten Individualitätslehre und Grundformenlehre, auf welche ich in diesen Vorträgen nicht eingehen konnte, und von meiner, im zweiten Bande enthaltenen mechanischen Begründung des ursächlichen Zusammenhangs zwischen der individuellen und der paläontologischen Entwickelungsgeschichte. Der Leser,

welcher ſich ſpecieller für das natürliche Syſtem der Thiere, Pflanzen und Protiſten, ſowie für die darauf begründeten Stammbäume intereſſirt, findet darüber das Nähere in der ſyſtematiſchen Einleitung zum zweiten Bande der generellen Morphologie. Die entſprechenden Stellen der letzteren, welche einzelne Gegenſtände dieſer freien Vorträge ausführlicher behandeln, ſind im Texte mit (Gen. Morph.) angeführt.

So unvollkommen und mangelhaft dieſe Vorträge auch ſind, ſo hoffe ich doch, daß ſie dazu dienen werden, das ſegensreiche Licht der Entwickelungslehre in weiteren Kreiſen zu verbreiten. Möchte dadurch in vielen denkenden Köpfen die unbeſtimmte Ahnung zur klaren Gewißheit werden, daß unſer Jahrhundert durch die endgültige Begründung der Entwickelungstheorie, und namentlich durch die Entdeckung des menſchlichen Urſprungs, den bedeutendſten und ruhmvollſten Wendepunkt in der ganzen Entwickelungsgeſchichte der Menſchheit bildet. Möchten dadurch viele Menſchenfreunde zu der Ueberzeugung geführt werden, wie fruchtbringend und ſegensreich dieſer größte Fortſchritt in der Erkenntniß auf die weitere fortſchreitende Entwickelung des Menſchengeſchlechts einwirken wird, und an ihrem Theile werkthätig zu ſeiner Ausbreitung beitragen. Möchten aber vor Allem dadurch recht viele Leſer angeregt werden, tiefer in das innere Heiligthum der Natur einzudringen, und aus der nie verſiegenden Quelle der natürlichen Offenbarung mehr und mehr jene höchſte Befriedigung des Verſtandes durch wahre Naturerkenntniß, jenen reinſten Genuß des Gemüthes durch tiefes Naturverſtändniß, und jene ſittliche Veredelung der Vernunft durch einfache Naturreligion ſchöpfen, welche auf keinem anderen Wege erlangt werden kann.

Jena, am 18ten Auguſt 1868.

**Ernſt Heinrich Haeckel.**

# Vorwort

## zur dritten Auflage.

Zwiſchen die Veröffentlichung der zweiten und dritten Auflage der „Natürlichen Schöpfungsgeſchichte" fällt das Erſcheinen mehrerer Schriften, welche mir wegen ihrer hohen Bedeutung für die Entwickelungslehre ein Vorwort auch zu dieſer Auflage abnöthigen.

Vor allen anderen iſt hier das zweibändige Werk von Charles Darwin über „die Abſtammung des Menſchen und die geſchlechtliche Zuchtwahl" (1871) hervorzuheben, in welchem der berühmteſte Naturforſcher der Gegenwart die Krönung des Wiſſenſchafts-Gebäudes vollzieht, zu welchem er vor zwölf Jahren durch ſeine Reform der Deſcendenz-Theorie das Fundament gelegt hatte. Gleich allen anderen Werken des großen britiſchen Naturphiloſophen zeichnet ſich auch dieſes Buch, der bedeutungsvollſte Schlußſtein ſeiner Lehre, ebenſo durch die Fülle von lehrreichen Thatſachen, wie durch den Reichthum an ſchöpferiſchen Ideen, ebenſo durch ſcharfe Beobachtung, wie durch klare Reflexion aus. Der zweite Theil, die „geſchlechtliche Zuchtwahl", eröffnet ein neues, höchſt intereſſantes Gebiet für die vergleichende Zoologie, und ſpeciell für die Pſychologie. Der erſte Theil, die „Abſtammung des Menſchen", behandelt den wichtigſten Folgeſchluß der ganzen Abſtammungslehre mit aller der logiſchen Conſequenz und dem moraliſchen Muthe, welcher dafür dem herrſchenden Aberglauben unſerer Zeit gegenüber erforderlich iſt. Bezüglich der ſpeciellen Genealogie des Menſchen, ſeiner Ab-

ſtammung von niederen Wirbelthieren, ſeiner Blutsverwandtſchaft mit den Aſcidien u. ſ. w. beſtätigt Darwin im Weſentlichen die Anſchauungen, welche ſchon in meinen früheren Arbeiten entwickelt ſind.

Ohne allen Zweifel iſt die Abſtammung des Menſchen von niederen Thieren, wie ich ſie in dem 22ſten Vortrage des vorliegenden Buches ſpeciell erörtert habe, ein nothwendiger und unvermeidlicher Folgeſchluß der Abſtammungslehre; und gerade in dieſer unabwendbaren Folgerung liegt die unermeßliche allgemeine Bedeutung derſelben. Dieſes Verhältniß iſt ſo klar, daß es von vornherein jedem Denkenden hätte einleuchten ſollen. Auch würde ja Darwin's erſtes, 1859 erſchienenes Hauptwerk „über den Urſprung der Arten", in welchem von der Abſtammung des Menſchen kein Wort ſteht, nimmermehr ſo unerhörtes Aufſehen in der wiſſenſchaftlichen Welt gemacht haben, wenn nicht jeder einigermaßen denkende Leſer ſofort jenen abſichtlich verſchwiegenen Folgeſchluß ſich ſelbſt gezogen und „die Abſtammung des Menſchen vom Affen", als der nächſtverwandten Säugethier-Form, als unabweisliche Conſequenz der Deſcendenztheorie anerkannt hätte. Nichtsdeſtoweniger bleibt es eine lehrreiche Thatſache, daß dieſe Anerkennung keineswegs allgemein war, daß vielmehr zahlreiche Kritiker des erſten Darwin'ſchen Buches (und darunter ſehr berühmte Namen) ſich vollkommen mit dem Darwinismus einverſtanden erklärten, aber jede Anwendung deſſelben auf den Menſchen gänzlich von der Hand wieſen. Grade hieraus entſprang der mir oft gemachte Vorwurf, daß ich „Darwiniſtiſcher als Darwin ſelbſt ſei", und daß ich in meiner conſequenten Anwendung der Abſtammungslehre auf den Menſchen und in meiner Aufſtellung des menſchlichen Stammbaums Schlüſſe ziehe, an die Darwin ſelbſt niemals gedacht habe.

Dieſe vielfach wiederholten Angriffe fallen jetzt in ſich ſelbſt wirkungslos zuſammen, nachdem Darwin in der Einleitung zu ſeiner „Abſtammung des Menſchen" ſeine völlige Uebereinſtimmung mit meinen Forſchungs-Reſultaten erklärt und am Schluſſe des ſechſten Kapitels meinen Stammbaum des Menſchengeſchlechts in den

wesentlichsten Grundzügen gebilligt hat. In Folge dieser Erklärungen haben sich denn auch sofort eine Menge von Angriffen, die früher nur meiner generellen Morphologie und meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte galten, gegen Darwin selbst gerichtet.

Unter den Naturforschern von Fach hatte sich besonders Professor Rütimeyer in Basel viele Mühe gegeben, meine Arbeiten herabzusetzen und namentlich der natürlichen Schöpfungsgeschichte jeden wissenschaftlichen Werth abzusprechen. Viele schlaflose Nächte scheinen ihm meine genealogischen Hypothesen gemacht zu haben, und er läßt keine Gelegenheit vorübergehen, über diese die volle Schale seines Zornes auszugießen und zu versichern, daß „Darwinismus und Haeckel'sche Stammbäume" gar nichts mit einander zu schaffen haben. Inzwischen hat nun Darwin allerdings durch die angeführte Zustimmung zu meinen genealogischen Hypothesen diesen Angriffen allen Boden entzogen; und nachdem sich Professor Rütimeyer bisher vergeblich bemüht hat zu zeigen, daß ich von dem „wahren und eigentlichen Darwinismus" Nichts wisse, fällt ihm jetzt die schwierigere Aufgabe zu, auch zu beweisen, daß Charles Darwin selbst Nichts von dem „wahren und eigentlichen" Darwinismus verstehe. Indessen wird ihm die Lösung dieser Aufgabe bei der großen Gewandtheit, mit welcher Herr Rütimeyer die Wahrheit in ihr Gegentheil verkehrt, nicht allzuschwer werden; um so mehr, als ihm „die Darwin'schen Lehren nur als eine Art Religion des Naturforschers erscheinen, für oder wider welche man sein kann! Allein über Glaubenssachen ist es bekanntlich böse zu streiten", und Rütimeyer „glaubt daher auch nicht, daß Viel dabei herauskommt"! Diese harmlose Auffassung der wichtigsten biologischen Theorie ist allerdings naiv, genau so naiv, wie wenn ein Physiker oder ein Astronom sagen würde: „Mir erscheint die Gravitations-Theorie als eine Art Religion des Naturforschers, für oder wider welche man sein kann; allein über Glaubenssachen ist es bekanntlich böse zu streiten und ich erwarte nicht, daß Viel dabei herauskommt."

Schlimmer ist es, daß sich Herr Rütimeyer in seinem Zornes-eifer gegen die „Natürliche Schöpfungsgeschichte" so weit versteigt, die wichtigsten und ihm selbst wohlbekannten wissenschaftlichen Thatsachen zu leugnen, bloß weil ich darauf das größte Gewicht lege. So leugnet er z. B. die formale Identität der Eier und der jungen Embryonen des Menschen und der nächstverwandten Säugethiere. Daß kein Mensch im Stande ist, das menschliche Ei von demjenigen der nächstverwandten Säugethiere auch mit Hülfe der besten Mikroskope zu unterscheiden, ist eine längst bekannte, wenn auch nicht gehörig gewürdigte Thatsache, die fast in jedem Handbuche der Histologie steht. Ebenso weiß längst schon jeder Anatom, daß die Embryonen des Menschen selbst noch in den von mir auf Taf. II und III dargestellten Stadien nicht wesentlich von denjenigen anderer placentaler Säugethiere verschieden sind. Die ganze innere und äußere Bildung des geschwänzten Körpers, der beiden Gliedmaßenpaare, des Halses mit den Kiemenbogen und Kiemenspalten, die Anlage der Sinnesorgane, u. s. w. ist beim Menschen im ersten Monate der Entwickelung durchaus dieselbe wie bei allen anderen Säugethieren; und auch von derjenigen der Vögel und Reptilien, kurz aller höheren Wirbelthiere, nicht wesentlich verschieden. Der Entwickelungsgang des Keimes ist ja überhaupt bei allen Wirbelthieren im Wesentlichen ganz derselbe und von demjenigen aller anderen Thiere abweichend.

Diese *embryologischen Thatsachen* sind gewiß von der *allergrößten Bedeutung* und ich für meine Person lege darauf mehr Gewicht, als auf alle andern biologischen Erscheinungen und auf alle andern Beweise für die Wahrheit der Abstammungslehre. Mit vollem Rechte sagt darüber Professor *Huxley*, einer der verdientesten, an Kenntnissen und an Verständniß reichsten Vorkämpfer des Darwinismus: „Obgleich diese Thatsachen von vielen anerkannten Lehrern des Volkes ignorirt werden, so sind sie doch leicht nachzuweisen und mit Uebereinstimmung von allen Männern der Wissenschaft angenommen, (— hier hätte Professor *Huxley* Herrn Rüti-

meyer ausnehmen sollen —), während anderseits ihre Bedeutung so groß ist, daß diejenigen, welche sie gehörig erwogen haben, meiner Meinung nach wenig andere biologische Offenbarungen finden werden, die sie überraschen können." Als Beweis dafür, daß diese embryologischen, von Rütimeyer geleugneten Thatsachen schon längst bekannt sind, führe ich für Laien noch an, daß Bär, der größte Ontogenist unseres Jahrhunderts, schon 1828, also vor 46 Jahren, folgende Sätze ausspricht: „Die Embryonen der Säugethiere (— mit Inbegriff des Menschen —), Vögel, Eidechsen und Schlangen, wahrscheinlich auch der Schildkröten sind in früheren Zuständen einander ungemein ähnlich, im Ganzen sowie in der Entwickelung der einzelnen Theile; so ähnlich, daß man oft die Embryonen nur nach der Größe unterscheiden kann. Ich besitze zwei kleine Embryonen in Weingeist, für die ich versäumt habe, die Namen zu notiren, und ich bin jetzt durchaus nicht im Stande, die Klasse zu bestimmen, der sie angehören. Es können Eidechsen, kleine Vögel, oder ganz junge Säugethiere sein. So übereinstimmend ist Kopf- und Rumpfbildung in diesen Thieren. Die Extremitäten fehlen aber jenen Embryonen noch. Wären sie auch da, auf der ersten Stufe der Ausbildung begriffen, so würden sie doch nichts lehren, da die Füße der Eidechsen und Säugethiere, die Flügel und Füße der Vögel, sowie die Hände und Füße der Menschen, sich aus derselben Grundform entwickeln."

Wie wenig übrigens diese höchst wichtigen Thatsachen der Ontogenie noch gewürdigt werden, und wie selbst unter den Fachmännern ihre wahre Bedeutung noch verkannt wird, geht am deutlichsten aus der verschiedenartigen Beurtheilung hervor, welche das Grundgesetz der organischen Entwickelung gefunden hat, das Gesetz von dem Causal-Nexus zwischen Ontogenie und Phylogenie. Ich habe dieses „biogenetische Grundgesetz" in meiner generellen Morphologie an die Spitze der allgemeinen Entwickelungsgeschichte gestellt, weil nach meiner Ueberzeugung das ganze innere Verständniß der Entwickelungsgeschichte davon abhängt. Als

Beispiel der erstaunlichsten Verkennung dieses Grundgesetzes führe ich nur einen Anatomen an, welcher selbst ontogenetische Untersuchungen mit großem Fleiße (wenn auch leider ohne morphologisches Urtheil) angestellt hat, Professor His in Basel. Derselbe veröffentlichte vor kaum zwei Jahren eine Rede „über die Bedeutung der Entwickelungsgeschichte für die Auffassung der organischen Natur", aus welcher nur hervorgeht, daß derselbe von dieser Bedeutung keine Ahnung hat. Statt den tiefen ursächlichen Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie, zwischen Keimesgeschichte und Stammesgeschichte anzuerkennen, und statt darin „eine physiologische Erklärung der von der Entwickelungsgeschichte beobachteten Thatsachen" zu erblicken, hält Professor His jenes wirklich mechanische „biogenetische Grundgesetz" für eine unbegründete Hypothese, und stellt statt dessen eine angeblich „mechanische" Theorie der Ontogenie auf, welche jeder klar urtheilende, mit den Thatsachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie bekannte Zoologe nur mit einem Lächeln betrachten kann. So z. B. soll die Anlage der vier Gliedmaßen bei den Wirbelthier-Embryonen (Taf. II und III) „den vier Ecken eines Briefes ähnlich, bestimmt werden durch die Kreuzung von vier den Körper umgrenzenden Falten"! Es ist aber charakteristisch für die Urtheilslosigkeit unserer Zeit, daß man solche wunderliche Einfälle als große Fortschritte bewundert und dabei den allein zum Ziele führenden und von Darwin so klar vorgezeichneten Weg verschmäht.

Es erscheint überflüssig, hier auf die Masse von größeren und kleineren Schriften einzugehen, welche in letzter Zeit wieder geradezu gegen den Darwinismus und gegen die Entwickelungslehre überhaupt, sowie gegen meine Darstellung derselben in der natürlichen Schöpfungsgeschichte gerichtet worden sind. Die allermeisten dieser Schriften sind so dilettantisch geschrieben, so ohne gründliche Kenntniß der großen Thatsachen-Reihen, auf welche sich die ganze Entwickelungstheorie stützt, daß man sie getrost der verdienten Vergessenheit anheimgeben kann, von der sie ohnehin bald ereilt werden.

Jeder beliebige Laie glaubt über die Descendenz-Theorie und ihre Anwendung auf den Menschen sofort absprechen zu können; glaubt doch Jedermann von selbst hinreichend zu wissen, was überhaupt der Mensch eigentlich für ein Wesen ist, und weiß doch jeder Einzelne ganz sicher, daß er persönlich „nicht vom Affen abstammt". Daß aber das naturwissenschaftliche Studium des menschlichen Organismus das schwierigste von allen ist, daß die ganze körperliche und geistige Beschaffenheit des Menschen nur durch die Entwickelungsgeschichte, nur durch Vergleichung derselben mit der körperlichen und geistigen Beschaffenheit der übrigen Thiere erkannt werden kann, davon wollen die Wenigsten etwas wissen. Und doch ist es ganz unzweifelhaft, daß die ganze Anthropologie nur ein specieller Zweig der Zoologie ist, und daß also die vergleichende Anatomie und Physiologie, und vor allem die Entwickelungsgeschichte für erstere wie für letztere die unentbehrlichste Basis ist. Daher erhebt sich fast die ganze neuere „Anthropologie" und „Ethnologie", wie sie jetzt in umfangreichen Zeitschriften und von zahlreichen „wissenschaftlichen" Gesellschaften cultivirt wird, nicht über den Rang eines halbgebildeten Dilettantismus. Erst wenn dieselbe anfangen wird, sich auf den Boden der vergleichenden Zoologie zu stellen, erst wenn jeder „Anthropolog" und „Ethnolog" wenigstens mit den Grundzügen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie bekannt sein wird, erst dann wird die Lehre vom Menschen ihren wohlverdienten Platz an der Spitze der übrigen Naturwissenschaften einnehmen.

Wie weit die Anthropologie von diesem Ziele noch entfernt ist, und wie wenig sie geneigt ist, ihre natürliche Mutter, die Zoologie, und ihre unentbehrliche Führerin, die Descendenz-Theorie, als solche anzuerkennen, davon legen zahlreiche der noch jüngst gegen letztere gerichteten Angriffe Zeugniß ab. Unter diesen möchten wir ausnahmsweise einen einzigen hier der Vergessenheit entreißen, weil er in draſtischer Form beweist, was man dem anthropologischen Publikum als „wissenschaftliche Ethnologie" bieten darf; und wie man

noch gegenwärtig in diesen Dilettanten-Kreisen die Entwickelungslehre, die unentbehrliche Grundlage aller biologischen Forschungen, behandelt. Ich meine die Aeußerungen des Berliner Ethnographen Bastian, die unter den zahllosen albernen und kindischen Angriffen gegen den „Darwinismus" fast alle andern an Verkehrtheit und Unverstand übertreffen. Dieser Umstand erscheint aber deshalb hier hochkomisch, weil er im Gewande der stolzesten Philosophie, verbrämt mit der hochtrabendsten Phraseologie einherschreitet. Man höre: z. B. nur folgende „kindische Faseleien": „Alle Fehler der teleologischen Glaubensrichtung aus vermeintlich überwundenen Standpunkten wiederholend, fällt die Descendenz-Theorie in kindische Faseleien, wenn sie in dem Wissensstückwerk auf unserm Erdenwinkel den Plan des Weltgesetzes durchschauen zu können meint, und die aufstrebende Entwickelung von Protoplasmen bis zum Menschen weiter führt." Herr Bastian weiß hiernach nicht einmal, daß er selbst im Beginne seiner individuellen Existenz, gleich allen andern Menschenkindern, eine einfache Zelle, d. h. ein Protoplasma-Kügelchen mit einem Kerne war! Er begreift nicht einmal den fundamentalen Gegensatz zwischen der teleologischen Dogmatik, die einem weisheitsvollen „Plan" des Schöpfers nachspürt, und der mechanischen Descendenz-Theorie, welche gerade umgekehrt das „Weltgesetz" der nothwendigen Causalität an die Stelle des vergeblich gesuchten „Planes der Schöpfung" setzen will. Man höre ferner folgenden Erguß „babylonischer Sprach- und Begriffs-Verwirrung" (die gerade bei diesem Bombastus bis zu einem bedenklichen Stadium gediehen ist!): „Die Anthropologie hat sich heutzutage die umgekehrte Pyramide der Evolutions-Theorie zusammengekleistert, einen buntscheckigen Götzenthurm, der manchen werthvollen Baustein der Transmutationslehre entlehnt hat, aber zunächst seine Verehrer mit babylonischer Sprachs- und Begriffs-Verwirrung zu schlagen scheint!" Doch mag der Leser die „mehr kindischen als barbarischen Vorstellungen" des Herrn Bastian über organische Entwickelung lieber in seinen eigenen „geistlosen Wassersuppen", in seinen schwülstigen „Flunkeleien", übergossen mit dem

ihm eigenen „schaalen Raisonnement“ (— wir gebrauchen überall seine eigenen Worte! —) nachlesen, um sich von der Gerechtigkeit unseres harten Urtheils zu überzeugen. Alles, was gegen die Entwickelungstheorie überhaupt und gegen ihre Anwendung auf den Menschen insbesondere von den verschiedensten Seiten eingewendet worden ist, alle Unwissenheit in den Thatsachen der Entwickelungsgeschichte, alle Unfähigkeit zu ihrem Verständniß, aller Mangel an philosophischer Erkenntniß der Erscheinungswelt — kurz alle Schwächen unserer Gegner — finden sich in den grenzenlos confusen Schriften des Herrn Bastian vereinigt, dessen einzige Stärke in einem außerordentlichen Thatsachen-Gedächtniß — leider ohne jedes klare und geordnete Verständniß der Thatsachen — besteht. Man lese namentlich die höchst komische Kritik, welche derselbe im dritten Bande der Berliner „Zeitschrift für Ethnologie“ (S. 133—143 und S. 349—359) über Darwin's neuestes Werk gegeben hat, und worin er letzteres als „Träume eines Mittagsschläfchens“ bezeichnet! Für mich selbst war jedoch die Lectüre dieses seichten Geschwätzes insofern sehr erfreulich, als ich darin nur eine treffende Bestätigung des schon 1866 von mir ausgesprochenen Satzes fand: „Interessant und lehrreich ist der Umstand, daß besonders diejenigen Menschen über die Entdeckung der natürlichen Entwickelung des Menschengeschlechts aus echten Affen am meisten empört sind und in den heftigsten Zorn gerathen, welche offenbar hinsichtlich ihrer intellectuellen Ausbildung und cerebralen Differenzirung sich bisher noch am wenigsten von unseren gemeinsamen tertiären Stammeltern entfernt haben.“

Unter den in den letzten zwei Jahren erschienenen Schriften, die als wahre Bereicherungen der Entwickelungslehre zu begrüßen sind, zeichnet sich vor allen Carl Gegenbaur's klassisches Werk über vergleichende Anatomie aus. Mit vollem Rechte bemerkt dieser verdienstvolle Naturforscher, welcher die vergleichende Anatomie der Gegenwart beherrscht: „An der vergleichenden Anatomie wird die Descendenz-Theorie zugleich einen Prüfstein finden. Bisher besteht keine vergleichend-anatomische Erfahrung, die ihr widerspräche; vielmehr füh-

ren uns alle darauf hin. So wird jene Theorie das von der Wissenschaft zurückempfangen, was sie ihrer Methode gegeben hat: Klarheit und Sicherheit. Die Descendenz-Theorie wird eine neue Periode in der Geschichte der vergleichenden Anatomie beginnen. Sie wird sogar einen bedeutenderen Wendepunkt bezeichnen, als irgend eine Theorie in dieser Wissenschaft vorher vermocht hat: denn sie greift tiefer als alle jene, und es giebt kaum einen Theil der Morphologie, der nicht auf's Innigste von ihr berührt würde."

„Vererbung und Anpassung sind die zwei wichtigen Momente, aus denen sowohl die Mannichfaltigkeit der Organisation als das Gemeinsame derselben verständlich wird. Auf dem Standpunkte der Descendenz-Theorie hat die „Verwandtschaft" der Organismen ihre bildliche Bedeutung verloren. Wo wir durch präcise Vergleichung nachgewiesene Uebereinstimmung der Organisation treffen, deutet diese, als eine vererbte Erscheinung, auf gemeinsame Abstammung hin. Durch die mannichfachen aus der Anpassung erworbenen Umwandlungen die Organe Schritt für Schritt zu verfolgen, wird zur Aufgabe."

Gegenbaur selbst hat die hier von ihm bezeichnete Aufgabe glänzend gelöst, und vor Allem in dem wichtigsten, interessantesten und schwierigsten Theile der vergleichenden Anatomie, in derjenigen der Wirbelthiere. Er hat alle die verschiedenen Gliedmaßen-Formen der Wirbelthiere, deren hohe Bedeutung auf S. 363 und durch Taf. IV angedeutet ist, auf ihr gemeinsames Urbild zurückgeführt, und als divergente, durch Anpassung erworbene Modificationen einer einzigen erblichen Urform nachgewiesen. Er hat erst die wahre Natur der Wirbelsäule und des Schädels erkannt, die berühmte „Wirbeltheorie des Schädels" (S. 75) durch die viel tiefer begründete Reduction der Gehirn-Nerven auf die Rückenmarks-Nerven ersetzt; und uns überhaupt die wesentlichsten Anhaltspunkte für die Begründung des Wirbelthier-Stammbaums geliefert.

Diese neue vergleichende Anatomie, wie sie in den Arbeiten von Gegenbaur und Huxley begründet ist — nicht die „vergleichende Anatomie ohne Vergleichung", wie sie gewöhnlich jetzt gelehrt wird —

gehört zu den wichtigsten Stützen der Descendenz-Theorie und bringt in das Chaos der morphologischen Thatsachen die erwünschte Klarheit.

Die vergleichenden Anatomen der älteren Schule haben diese Klarheit vergeblich erstrebt, weil sie den von Lamarck ihnen gebotenen, erklärenden Grundgedanken der Descendenz-Theorie nicht anerkannten. Eine Ausnahme bildet jedoch Goethe, den ich als einen der ersten Begründer der Descendenz-Theorie neben Lamarck und als einen der bedeutendsten Vorläufer Darwin's hervorheben zu müssen glaube. Allerdings ist diese Auffassung nicht unbestreitbar und auch kürzlich mehrfach angegriffen worden. Wenn ich mir aber Goethe's ganz realistische, objektive Naturbetrachtung, sein „gegenständlich thätiges" Denken vergegenwärtige, und wenn ich Alles zusammenfasse, was er über „Bildung und Umbildung organischer Naturen" gesagt hat (S. 73), so muß ich immer wieder zu der Ansicht zurückkommen, daß sein „Urbild" oder „Typus" der von der Descendenz-Theorie gesuchten „Stammform" entspricht. Namentlich kann ich mir die beiden Bildungstriebe (S. 81) gar nicht anders als in „Darwinistischem" Sinne deuten; und wenn Goethe anerkanntermaßen mit Wolff in der „Metamorphose der Pflanzen" zusammenstimmte, also für die Ontogenie die Theorie der Epigenese begründete, so erscheint es bei einem so tiefen und naturverständigen Denker nur consequent, daß er auch für die „Entstehung der Arten" die gleiche „Metamorphose" annahm, d. h. für die Phylogenie die Theorie der Descendenz aufstellte. Denn diese beiden Theorien, die ontogenetische Theorie der Epigenesis, und die phylogenetische Theorie der Descendenz, sind ganz untrennbar, und man kann nicht der einen folgen, ohne zugleich die andere anzuerkennen. Wie Alfred Kirchhoff sagt, sie sind „Zwillingsschwestern. Die Wahrheit dieser wird, wie die jener siegen, oder vielmehr sie hat schon gesiegt"!

Jena, am 18ten März 1872.

Ernst Heinrich Haeckel.

# Nachwort

## zum Vorwort der dritten Auflage.

Veranlaßt durch die vorstehend (S. XXVIII, XXIX) gegebene Beleuchtung seiner „kindischen Faseleien" über Darwinismus und Entwickelungslehre hat Herr Präsident Adolf Bastian in Berlin im Januar 1874 einen „offenen Brief" an mich veröffentlicht, der mich hier zu einer kurzen Entgegnung nöthigt. Zunächst muß ich den Irrthum Herrn Bastian's berichtigen, als ob ich einen Angriff gegen seine Person beabsichtigt habe. Diese ist mir zum Glück bis auf den heutigen Tag völlig unbekannt und auch völlig gleichgültig. Ich halte mich allein an seine Druckschriften, in denen er unabläßig als „ethnologischer" Don Quixote auf die possirlichste Weise gegen die von ihm gar nicht begriffene Entwickelungslehre ankämpft. Angesichts dieser „mit babylonischer Sprachs- und Begriffs-Verwirrung geschlagenen" Phrasen bin ich noch heute — wie vor zwei Jahren — der Meinung, daß dieselben „unter den zahllosen albernen und kindischen Angriffen gegen den Darwinismus fast alle anderen an Verkehrtheit und Unverstand übertreffen." Lediglich deshalb hatte ich sie überhaupt angeführt. Allerdings hat inzwischen ein Marburger Botaniker, Albert Wigand, in einem dicken Buche über „den Darwinismus und die Naturforschung Newtons und Cuviers" (Braunschweig 1874) den Versuch gemacht, Herrn Bastians sinnloses Gefasel zu überbieten, so daß Hermann Müller in Lippstadt, der Verfasser des ausgezeichneten Werkes über „die Befruchtung der Blu-

men durch Inſekten" (Leipzig 1873, eines höchſt wichtigen Beitrages zur Selectionstheorie!) mit vollem Rechte Wigand's Buch „eine Verleugnung klar vorliegender thatſächlicher Verhältniſſe und einen Hohn auf die menſchliche Vernunft nennen konnte" (Jenaer Literatur-Zeitung 1874, Nr. 17, S. 250). Indeſſen iſt es Wigand doch nicht gelungen, Baſtian zu übertreffen. Denn obwohl auch ſein Buch eine Fülle der erheiterndſten Verwechſelungen und Mißverſtändniſſe bietet, ſo iſt doch in ſeinem Unſinn eine gewiſſe Methode, und man kann beim Leſen deſſelben wenigſtens einen gewiſſen Zuſammenhang der falſchen Vorſtellungen erkennen. Bei Herrn Baſtian's Purzelbäumen iſt dies aber rein unmöglich und der einzige mir bekannte Schriftſteller, mit deſſen Styl-Uebungen ſich ſeine Quodlibet-Werke vergleichen laſſen, iſt der bekannte „Unterquartaner Carlchen Mießnick". Der Unterſchied zwiſchen Beiden iſt jedoch der, daß bei letzterem hinter dem vernunftwidrigen Satz-Gemengſel witzige Gedanken verſteckt ſind, während man bei erſterem überhaupt vergeblich nach irgend einem klaren Gedanken ſucht. Glücklicherweiſe erklärt Herr Baſtian ſelbſt in ſeinem offenen Briefe „die Göttin Vernunft für eine unreife Frühgeburt, gegen deren Inthroniſirung auf das Ernſtlichſte proteſtirt werden muß". Mit Bezug auf ſeine eigene Vernunft wollen wir dieſen Proteſt freudig theilen!

Die ſchwerſten wiſſenſchaftlichen Vorwürfe, die mir Herr Baſtian machen zu können glaubt, faßt er in folgenden Worten zuſammen: „Sie wollen in unſerer Zeit der Induction und praktiſchen Experimente, der Theorie wieder einen leitenden Einfluß auf die Sprache der Thatſachen verſchaffen! Davor bewahre uns der Himmel! *(Sic!)* Damit aber, daß Sie noch einer Philoſophie bedürfen, ſchlagen Sie ſich ſelbſt, damit vernichten oder bedrohen Sie wenigſtens Alles, was wir durch beſchwerlichen und langſamen Aufbau in der Naturforſchung gewonnen haben. *(Sic!)* Sie verlangen eine Verbindung von empiriſchen Kenntniſſen und philoſophiſchem Verſtändniß, eine innigſte Wechſelwirkung und gegenſeitige Durchdringung von Philoſophie und Empirie. Mit ſol-

***

# Nachwort

## zum Vorwort der dritten Auflage.

Veranlaßt durch die vorstehend (S. XXVIII, XXIX) gegebene Beleuchtung seiner „kindischen Faseleien" über Darwinismus und Entwickelungslehre hat Herr Präsident Adolf Bastian in Berlin im Januar 1874 einen „offenen Brief" an mich veröffentlicht, der mich hier zu einer kurzen Entgegnung nöthigt. Zunächst muß ich den Irrthum Herrn Bastian's berichtigen, als ob ich einen Angriff gegen seine Person beabsichtigt habe. Diese ist mir zum Glück bis auf den heutigen Tag völlig unbekannt und auch völlig gleichgültig. Ich halte mich allein an seine Druckschriften, in denen er unablässig als „ethnologischer" Don Quixote auf die possirlichste Weise gegen die von ihm gar nicht begriffene Entwickelungslehre ankämpft. Angesichts dieser „mit babylonischer Sprachs- und Begriffs-Verwirrung geschlagenen" Phrasen bin ich noch heute — wie vor zwei Jahren — der Meinung, daß dieselben „unter den zahllosen albernen und kindischen Angriffen gegen den Darwinismus fast alle anderen an Verkehrtheit und Unverstand übertreffen." Lediglich deshalb hatte ich sie überhaupt angeführt. Allerdings hat inzwischen ein Marburger Botaniker, Albert Wigand, in einem dicken Buche über „[illegible] Darwinismus und die Naturforschung Newtons und Cuviers" [illegible]nschweig 1874) den Versuch gemacht, Herrn Bastian[illegible]-faſel zu überbieten, so daß Hermann Müller in[illegible] Verfasser des ausgezeichneten Werkes über „die Befru[illegible]

men durch Insekten" (Leipzig 1873, eines höchst wichtigen Beitrages zur Selectionstheorie!) mit vollem Rechte Wigand's Buch „eine Verleugnung klar vorliegender thatsächlicher Verhältnisse und einen Hohn auf die menschliche Vernunft nennen konnte" (Jenaer literarische Zeitung 1874, Nr. 17, S. 250). Indessen ist es Wigand doch nicht gelungen, Bastian zu übertreffen. Denn obwohl auch sein Buch eine Fülle der erheiterndsten Verwechselungen und Mißverständnisse bietet, ist es doch in seinem Unsinn eine gewisse Methode, und man kann beim Lesen desselben wenigstens einen gewissen Zusammenhang der einzelnen Vorstellungen erkennen. Bei Herrn Bastian's Purzelbäumen ist dies aber rein unmöglich und der einzige mir bekannte Schriftsteller, mit dessen Styl-Uebungen sich seine Quodlibet-Werke vergleichen lassen, ist der bekannte „Unterquartaner Carlchen Mießnick". Der Unterschied zwischen Beiden ist jedoch der, daß bei letzterem immer den vernunftwidrigen Satz-Gemengsel witzige Gedanken vorkommen, während man bei ersterem überhaupt vergeblich nach irgend einem [illegible] Gedanken sucht. Glücklicherweise erklärt Herr Bastian selbst in seinem offenen Briefe „die Göttin Vernunft für eine unreife Frühgeburt, gegen deren Inthronisirung auf das Ernstlichste protestirt werden muß". Mit Bezug auf seine eigene Vernunft [illegible] Protest freudig theilen!

Die schwersten wissenschaftlichen Vorwürfe [illegible] stian machen zu können glaubt, faßt [illegible] sammen: „Sie wollen in unserer Zeit der [illegible] Experimente, der Theorie wieder [illegible] auf die Sprache der Thatsachen [illegible] uns der Himmel! *(Sic!)* Dann [illegible] sophie bedürfen, schlagen Sie [illegible] drohen Sie wenigstens [illegible] en Aufbau in der [illegible] langen eine [illegible] hischem Ver[illegible] e Dun[illegible]

chen Sätzen legen Sie die Axt an die Wurzel unſeres vielverzweigten Wiſſensbaumes"! *(Sic!)* Die Wiſſenſchaft muß alſo nach Herrn Baſtian umkehren! Sie darf nur Thatſachen ſammeln, aber niemals nach deren Urſachen fragen; niemals ſie zu erklären verſuchen! Vor allem aber darf ſie nicht denken!!

Somit wäre es eigentlich nicht nöthig, hier auf jenen „offenen Brief" Etwas zu entgegnen, zumal derſelbe in der erfreulichſten Weiſe die Richtigkeit meines Urtheils beſtätigt. Leider finden ſich jedoch in demſelben einige Stellen, die zeigen, daß Herrn Baſtian's Kapuzinaden nicht ganz ſo harmlos ſind, als ſie ſcheinen. So citirt derſelbe z. B. einen meiner Sätze (S. XXVIII, Z. 15 von oben) falſch, indem er „vor" ſtatt „im" ſetzt und dadurch deſſen Sinn völlig verkehrt. Auf ſeiner letzten Seite aber beſchuldigt er mich „einer direkten Unwahrheit", weil ich den Sinn eines ſeiner Sätze richtig wiedergegeben habe. In Nr. 1 der Jenaer Literatur-Zeitung (vom 3. Januar 1874) hatte ich zur Begründung meines Urtheils über Baſtian angeführt, daß deſſen „neueſter Gegenbeweis gegen den Darwinismus in der merkwürdigen Entdeckung beſteht, daß ſich noch niemals aus einer Spindeluhr eine Cylinderuhr entwickelt hat (!)". Daß dieſer Satz den unzweideutigen Sinn einer längeren Phraſe von Baſtian getreu wiedergiebt, davon kann ſich jeder Leſer überzeugen, wenn er dieſelbe im Original vergleicht (Zeitſchrift für Ethnologie, Band IV, Berlin, 1872, S. 389). Allerdings mag den geiſtreichen Verfaſſer dieſer koſtbare Vergleich zwiſchen einer „in zweifelnder Halbheit ſchwankenden Uhr" und einem lebendigen Organismus, „der Zeit hat weiter zu jungen", ſpäter wohl gereut haben. Aber damit, daß er ihn einfach ableugnet und mir, weil ich ihn citire, perfider Weiſe „eine direkte Unwahrheit" vorwirft, ſchafft er ihn nicht aus der Welt, und die fatale Seite 389 bleibt ſtehen. Hoffentlich treten noch viele Gegner der Entwickelungslehre in die Fußtapfen des Herrn Präſidenten Adolf Baſtian und helfen ſo deren Sieg beſchleunigen.

Jena, den 13ten Juli 1874.

Ernſt Heinrich Haeckel.

# Vorwort

## zur vierten Auflage.

In wenigen Monaten werden zehn Jahre verfloſſen ſein, ſeitdem der Darwinismus zum erſten Male auf die Tagesordnung einer deutſchen Naturforſcher-Verſammlung geſetzt wurde. Es war am 19. September 1863, als ich in der erſten allgemeinen Verſammlung der deutſchen Naturforſcher und Aerzte zu Stettin einen öffentlichen Vortrag „über die Entwickelungstheorie Darwin's" hielt. Hatten mir ſchon vorher wohlmeinende und vorſichtige Freunde von dieſem gefährlichen Wagniſſe abgerathen, ſo lernte ich doch erſt nachher den ganzen Umfang der damit verknüpften Gefahr ermeſſen. Denn abgeſehen von den Angriffen, welche mein Vortrag oder vielmehr der darin vertretene Darwinismus alsbald von den verſchiedenſten Seiten erfuhr, theilte die Mehrheit der damals in Stettin tagenden Verſammlung das von einigen namhaften Autoritäten ausgeſprochene Bedauern, daß man überhaupt ſolche „unwiſſenſchaftliche Gegenſtände" wie den Darwinismus auf einem Naturforſcher-Kongreſſe zur Sprache bringe; die ganze Darwinſche Theorie ſei im beſten Falle eine „unbewieſene Hypotheſe, ein geiſtreicher Traum". Andere nannten ſie „einen leeren Schwindel, ein bodenloſes Phantaſiegebäude", und meinten, daß ſie „mit der Tiſchrückerei und dem Od in ein und daſſelbe Gebiet gehöre"! Noch Andere beantragten, daß man den Darwinismus überhaupt von der ernſten wiſſenſchaftlichen Discuſſion ausſchließe (wie es ja auch in der biologiſchen

Literatur thatsächlich lange genug geschehen ist). Einige Theologen endlich, welche der Versammlung beiwohnten, schienen Lust zu haben, die beliebten Beweismittel der streitenden Kirche, Tortur und Scheiterhaufen, im neunzehnten Jahrhundert auf die Anhänger Darwin's, die „Affen-Theoretiker" anzuwenden. Auch würde wohl der Heilige evangelische Oberkirchenrath in Berlin, der heute vor unseren erstaunten Augen das mittelalterliche Schauspiel der Ketzergerichte erneuert, dazu ebenso bereitwillig seinen Segen gegeben haben, wie der Unfehlbare katholische Kirchenvater in Rom. Ist doch die Ignoranz und der Haß gegen die freie wissenschaftliche Forschung hier wie dort von derselben Art!

Wenn wir uns heute erlauben, an jenes Stettiner Erlebniß zu erinnern, so geschieht es, um die damals herrschende Beurtheilung des Darwinismus mit seiner heutigen Geltung zu vergleichen; und da dürfen wir denn wohl über den gewaltigen, im letzten Decennium erfolgten Umschwung unsere volle Genugthuung aussprechen. Was vor zehn Jahren noch von der großen Mehrzahl der Biologen, der zunächst competenten Richter, bestritten wurde, ist heute von der großen Mehrzahl derselben anerkannt. Die „unbewiesene Hypothese Darwin's" hat sich zu einer unumstößlich begründeten Theorie emporgebildet; der „geistreiche Traum" hat sich als sonnenklare Wahrheit herausgestellt; und aus dem „leeren Schwindel" des „bodenlosen Phantasie-Gebäudes" hat sich das causale Verständniß der wichtigsten biologischen Erscheinungen entwickelt. Fast jede zoologische und botanische Arbeit, welche das Gebiet der Morphologie (Anatomie und Entwickelungsgeschichte) berührt, muß gern oder ungern sich mit der Descendenz-Theorie beschäftigen, und jede morphologische Arbeit, welche ein wahres Verständniß der Form-Erscheinungen anstrebt, kann überhaupt ohne die Abstammungslehre nicht tiefer in dasselbe eindringen. Die Stammesgeschichte oder Phylogenie, der noch vor wenigen Jahren selbst von manchen Darwinisten die Lebensfähigkeit abgesprochen wurde, lebt, wächst und gedeiht als selbstständiger Zweig der Biologie, und die Ontogenie

oder Keimesgeſchichte wird den Beiſtand dieſer jüngeren Schweſter bald nicht mehr entbehren können. Was aber vielleicht noch überzeugender, als dieſe erfreulichen poſitiven Erfolge der Entwickelungs-Theorie für ihre volle Wahrheit Zeugniß ablegt, das iſt die vollſtändige negative Impotenz ihrer Feinde. Kein einziger Gegner iſt im Stande geweſen, irgend einen erheblichen Einwand gegen die Theorie vorzubringen oder irgend eine haltbare Hypotheſe über „die Entſtehung der Arten" an ihre Stelle zu ſetzen.

Nicht minder erfreulich iſt es, daß endlich auch die ſpeculative Philoſophie die unermeßliche Bedeutung zu würdigen beginnt, welche die Entwickelungslehre im Allgemeinen und ihre Anwendung auf den Menſchen im Beſonderen beſitzt. Welcher Erfolg hier noch den Philoſophen der Zukunft bevorſteht, beweiſen die beiden berühmten Werke von Strauß und von Hartmann, die beide kürzlich in vierter Auflage erſchienen ſind. „Der alte und der neue Glaube" von David Friedrich Strauß, der faſt in vier Monaten vier Auflagen erlebte, enthält die freie und unumwundene Anerkennung der Conſequenzen, welche die Philoſophie der Entwickelung — und die Deſcendenz-Theorie als deren wichtigſter Beſtandtheil — über das allgemeine Gebiet der wiſſenſchaftlichen Erkenntniß hinaus in dem beſonderen Bezirke der perſönlichen religiöſen Ueberzeugungen nach den Geſetzen der Logik verlangt. Zunächſt iſt dieſes Darwiniſtiſche Glaubensbekenntniß des berühmten Theologen gleich Darwin's fundamentalem Werk über die Entſtehung der Arten mit einem Hagel von Geſchoſſen überſchüttet worden, die entweder gar nicht trafen, oder wirkungslos abprallten. In einem der heftigſten Angriffe, welcher in mehreren Zeitſchriften reproducirt wurde, war angeführt, daß auch die vorgeſchrittenſten Affen-Theoretiker und die eifrigſten Bewunderer Darwin's in Deutſchland die Bundesgenoſſenſchaft von Strauß mit Hohn zurückwieſen, und hierbei war mein Name als Beiſpiel genannt. Das war nun einfache Unwahrheit; denn ich habe mich bisher bei keiner Gelegenheit über Strauß's Buch ausgeſprochen. Da ich jedoch ſolchergeſtalt zu einem Urtheil

über daſſelbe herausgefordert bin, und da überdem jetzt von allen Seiten die verſchiedenſten „Bekenntniſſe" ſich entgegentreten, ſo ſtehe ich nicht an, auch meinerſeits mein perſönliches Bekenntniß abzulegen und meine volle Zuſtimmung zu dem „neuen Glauben" von Strauß zu erklären. Auch ich gehöre zu den zahlloſen „Wir", in deren Namen Strauß das Wort ergriffen hat und das Meiſte in ſeinem Buche iſt auch meine Ueberzeugung. Daſſelbe kann ich von zahlreichen anderen mir befreundeten Naturforſchern behaupten, wenn dieſe auch aus verſchiedenen Gründen ein offenes Bekenntniß des „neuen Glaubens" vermeiden. Unter dieſen Naturforſchern aber befinden ſich Männer, von denen jeder Einzelne durch ſeine Verbindung von Verſtandsſchärfe und Gemüthstiefe, Naturverſtändniß und Menſchenkenntniß ein ganzes Tauſend Gegner von Strauß aufwiegt.

Was die berühmte „Philoſophie des Unbewußten" von Hartmann betrifft, ſo habe ich in den früheren Auflagen der Schöpfungsgeſchichte die nahe liegende Berührung derſelben vermieden, weil unmöglich in wenigen Worten darüber abgeurtheilt werden kann. Dieſes merkwürdige Buch enthält einerſeits ſo viel neue vortreffliche Bemerkungen und tiefe Ideen, anderſeits aber leider auch ſo viel naturwiſſenſchaftliche Irrthümer und namentlich biologiſche Fehler, daß ohne eine ſehr gründliche und eingehende Kritik ein gerechtes Urtheil gar nicht möglich iſt. Inzwiſchen iſt nun eine ſolche ausführliche Kritik von einem anonymen Verfaſſer erſchienen: „Das Unbewußte vom Standpunkte der Phyſiologie und Deſcendenz-Theorie" (Berlin 1872). Dieſe ausgezeichnete Schrift ſagt im Weſentlichen Alles, was ich ſelbſt über die Philoſophie des Unbewußten den Leſern der Schöpfungsgeſchichte hätte ſagen können und ich kann daher diejenigen unter ihnen, die ſich dafür intereſſiren, einfach darauf verweiſen. Der anonyme Kritiker weiſt überzeugend nach (was alle die zahlreichen Recenſenten der „Philoſophie des Unbewußten" überſehen hatten), daß dieſes Buch aus zwei ganz zuſammenhangsloſen und theilweiſe ſich widerſprechenden Stücken zuſammengeſetzt iſt; das eine Stück (vorzüglich Abſchnitt A) „behandelt alle

vorkommenden Probleme ohne jede Rücksicht auf die Descendenz-Theorie, während dieselben einzig und allein von dem Standpunkt der Descendenz-Theorie aus richtig gestellt und annähernd gelöst werden können." Das andere Stück hingegen (vorzüglich Abschnitt C) stellt sich geradezu auf den Boden der Abstammungslehre, und zeigt, wie nur durch diese eine richtige Stellung und Lösung der höchsten philosophischen Probleme möglich ist. Nun wird aber gerade durch die Descendenz-Theorie und ihre Anwendung auf den Menschen das Unbewußte selbst, wie es Hartmann als oberstes *metaphysisches* Prinzip aufstellt, theils eliminirt, theils auf das physiologisch (also mechanisch) erklärbare Unbewußte zurückgeführt. Denn, wie der anonyme Kritiker sehr richtig bemerkt, „confundirt die Philosophie des Unbewußten unter diesem, den ganzen dunklen Urgrund des Lebens zusammenfassenden Ausdruck — *das Unbewußte*" — *eine Menge der verschiedenartigsten Dinge*, welche nothwendig einer sondernden Analyse bedürfen. Es fällt das Unbewußte, insofern es als Subjekt der teleologischen Eingriffe gedacht wird." Es bleibt das Unbewußte, insofern es als mechanisches Prinzip in monistischem Sinne von der Biologie zu verwerthen ist. Hartmann's Lehrgebäude des Unbewußten *als Ganzes* fällt unter dieser Kritik zusammen; es bleiben aber und werden reiche Früchte tragen die vielen „naturwissenschaftlich werthvollen und folgenschweren Gedankenkeime", welche zwischen vielen unbrauchbaren metaphysischen Speculationen darin versteckt sind.

Jedenfalls können die „exakten" Naturforscher, welche gegenwärtig mit so bornirtem Stolze auf die Philosophie überhaupt herunter sehen, von der Philosophie des Unbewußten (besonders im Vergleich mit den ausgezeichneten, schon früher von uns angelegentlich empfohlenen philosophischen Schriften von *Herbert Spencer*, „First Principles" etc.[45]) zweierlei lernen: erstens, wie unerläßlich *die beständige Wechselwirkung der Empirie und Philosophie*, die innige Durchdringung von Beobachtung und Reflexion ist, und zweitens, wie unendlich werthvoll für diese stets anzustre-

noch gegenwärtig in diesen Dilettanten-Kreisen die Entwickelungslehre, die unentbehrliche Grundlage aller biologischen Forschungen, behandelt. Ich meine die Aeußerungen des Berliner Ethnographen Bastian, die unter den zahllosen albernen und kindischen Angriffen gegen den „Darwinismus" fast alle andern an Verkehrtheit und Unverstand übertreffen. Dieser Umstand erscheint aber deshalb hier hochkomisch, weil er im Gewande der stolzesten Philosophie, verbrämt mit der hochtrabendsten Phraseologie einherschreitet. Man höre: z. B. nur folgende „kindische Faseleien": „Alle Fehler der teleologischen Glaubensrichtung aus vermeintlich überwundenen Standpunkten wiederholend, fällt die Descendenz-Theorie in kindische Faseleien, wenn sie in dem Wissensstückwerk auf unserm Erdenwinkel den Plan des Weltgesetzes durchschauen zu können meint, und die aufstrebende Entwickelung von Protoplasmen bis zum Menschen weiter führt." Herr Bastian weiß hiernach nicht einmal, daß er selbst im Beginne seiner individuellen Existenz, gleich allen andern Menschenkindern, eine einfache Zelle, d. h. ein Protoplasma-Kügelchen mit einem Kerne war! Er begreift nicht einmal den fundamentalen Gegensatz zwischen der teleologischen Dogmatik, die einem weisheitsvollen „Plan" des Schöpfers nachspürt, und der mechanischen Descendenz-Theorie, welche gerade umgekehrt das „Weltgesetz" der nothwendigen Causalität an die Stelle des vergeblich gesuchten „Planes der Schöpfung" setzen will. Man höre ferner folgenden Erguß „babylonischer Sprach- und Begriffs-Verwirrung" (die gerade bei diesem Bombastus bis zu einem bedenklichen Stadium gediehen ist!): „Die Anthropologie hat sich heutzutage die umgekehrte Pyramide der Evolutions-Theorie zusammengekleistert, einen buntscheckigen Götzenthurm, der manchen werthvollen Baustein der Transmutationslehre entlehnt hat, aber zunächst seine Verehrer mit babylonischer Sprachs- und Begriffs-Verwirrung zu schlagen scheint!" Doch mag der Leser die „mehr kindischen als barbarischen Vorstellungen" des Herrn Bastian über organische Entwickelung lieber in seinen eigenen „geistlosen Wassersuppen", in seinen schwülstigen „Flunkeleien", übergossen mit dem

ihm eigenen „schaalen Raisonnement“ (— wir gebrauchen überall seine eigenen Worte! —) nachlesen, um sich von der Gerechtigkeit unseres harten Urtheils zu überzeugen. Alles, was gegen die Entwickelungstheorie überhaupt und gegen ihre Anwendung auf den Menschen insbesondere von den verschiedensten Seiten eingewendet worden ist, alle Unwissenheit in den Thatsachen der Entwickelungsgeschichte, alle Unfähigkeit zu ihrem Verständniß, aller Mangel an philosophischer Erkenntniß der Erscheinungswelt — kurz alle Schwächen unserer Gegner — finden sich in den grenzenlos confusen Schriften des Herrn Bastian vereinigt, dessen einzige Stärke in einem außerordentlichen Thatsachen-Gedächtniß — leider ohne jedes klare und geordnete Verständniß der Thatsachen — besteht. Man lese namentlich die höchst komische Kritik, welche derselbe im dritten Bande der Berliner „Zeitschrift für Ethnologie“ (S. 133—143 und S. 349—359) über Darwin's neuestes Werk gegeben hat, und worin er letzteres als „Träume eines Mittagsschläfchens“ bezeichnet! Für mich selbst war jedoch die Lectüre dieses seichten Geschwätzes insofern sehr erfreulich, als ich darin nur eine treffende Bestätigung des schon 1866 von mir ausgesprochenen Satzes fand: „Interessant und lehrreich ist der Umstand, daß besonders diejenigen Menschen über die Entdeckung der natürlichen Entwickelung des Menschengeschlechts aus echten Affen am meisten empört sind und in den heftigsten Zorn gerathen, welche offenbar hinsichtlich ihrer intellectuellen Ausbildung und cerebralen Differenzirung sich bisher noch am wenigsten von unseren gemeinsamen tertiären Stammeltern entfernt haben.“

Unter den in den letzten zwei Jahren erschienenen Schriften, die als wahre Bereicherungen der Entwickelungslehre zu begrüßen sind, zeichnet sich vor allen Carl Gegenbaur's klassisches Werk über vergleichende Anatomie aus. Mit vollem Rechte bemerkt dieser verdienstvolle Naturforscher, welcher die vergleichende Anatomie der Gegenwart beherrscht: „An der vergleichenden Anatomie wird die Descendenz-Theorie zugleich einen Prüfstein finden. Bisher besteht keine vergleichend-anatomische Erfahrung, die ihr widerspräche; vielmehr füh-

ren uns alle darauf hin. So wird jene Theorie das von der Wissenschaft zurückempfangen, was sie ihrer Methode gegeben hat: Klarheit und Sicherheit. Die Descendenz-Theorie wird eine neue Periode in der Geschichte der vergleichenden Anatomie beginnen. Sie wird sogar einen bedeutenderen Wendepunkt bezeichnen, als irgend eine Theorie in dieser Wissenschaft vorher vermocht hat: denn sie greift tiefer als alle jene, und es giebt kaum einen Theil der Morphologie, der nicht auf's Innigste von ihr berührt würde."

„Vererbung und Anpassung sind die zwei wichtigen Momente, aus denen sowohl die Mannichfaltigkeit der Organisation als das Gemeinsame derselben verständlich wird. Auf dem Standpunkte der Descendenz-Theorie hat die „Verwandtschaft" der Organismen ihre bildliche Bedeutung verloren. Wo wir durch präcise Vergleichung nachgewiesene Uebereinstimmung der Organisation treffen, deutet diese, als eine vererbte Erscheinung, auf gemeinsame Abstammung hin. Durch die mannichfachen aus der Anpassung erworbenen Umwandlungen die Organe Schritt für Schritt zu verfolgen, wird zur Aufgabe."

Gegenbaur selbst hat die hier von ihm bezeichnete Aufgabe glänzend gelöst, und vor Allem in dem wichtigsten, interessantesten und schwierigsten Theile der vergleichenden Anatomie, in derjenigen der Wirbelthiere. Er hat alle die verschiedenen Gliedmaßen-Formen der Wirbelthiere, deren hohe Bedeutung auf S. 363 und durch Taf. IV angedeutet ist, auf ihr gemeinsames Urbild zurückgeführt, und als divergente, durch Anpassung erworbene Modificationen einer einzigen erblichen Urform nachgewiesen. Er hat erst die wahre Natur der Wirbelsäule und des Schädels erkannt, die berühmte „Wirbeltheorie des Schädels" (S. 75) durch die viel tiefer begründete Reduction der Gehirn-Nerven auf die Rückenmarks-Nerven ersetzt; und uns überhaupt die wesentlichsten Anhaltspunkte für die Begründung des Wirbelthier-Stammbaums geliefert.

Diese neue vergleichende Anatomie, wie sie in den Arbeiten von Gegenbaur und Huxley begründet ist — nicht die „vergleichende Anatomie ohne Vergleichung", wie sie gewöhnlich jetzt gelehrt wird —

gehört zu den wichtigsten Stützen der Descendenz-Theorie und bringt in das Chaos der morphologischen Thatsachen die erwünschte Klarheit.

Die vergleichenden Anatomen der älteren Schule haben diese Klarheit vergeblich erstrebt, weil sie den von Lamarck ihnen gebotenen, erklärenden Grundgedanken der Descendenz-Theorie nicht anerkannten. Eine Ausnahme bildet jedoch Goethe, den ich als einen der ersten Begründer der Descendenz-Theorie neben Lamarck und als einen der bedeutendsten Vorläufer Darwin's hervorheben zu müssen glaube. Allerdings ist diese Auffassung nicht unbestreitbar und auch kürzlich mehrfach angegriffen worden. Wenn ich mir aber Goethe's ganz realistische, objektive Naturbetrachtung, sein „gegenständlich thätiges" Denken vergegenwärtige, und wenn ich Alles zusammenfasse, was er über „Bildung und Umbildung organischer Naturen" gesagt hat (S. 73), so muß ich immer wieder zu der Ansicht zurückkommen, daß sein „Urbild" oder „Typus" der von der Descendenz-Theorie gesuchten „Stammform" entspricht. Namentlich kann ich mir die beiden Bildungstriebe (S. 81) gar nicht anders als in „Darwinistischem" Sinne deuten; und wenn Goethe anerkanntermaßen mit Wolff in der „Metamorphose der Pflanzen" zusammenstimmte, also für die Ontogenie die Theorie der Epigenese begründete, so erscheint es bei einem so tiefen und naturverständigen Denker nur consequent, daß er auch für die „Entstehung der Arten" die gleiche „Metamorphose" annahm, d. h. für die Phylogenie die Theorie der Descendenz aufstellte. Denn diese beiden Theorien, die ontogenetische Theorie der Epigenesis, und die phylogenetische Theorie der Descendenz, sind ganz untrennbar, und man kann nicht der einen folgen, ohne zugleich die andere anzuerkennen. Wie Alfred Kirchhoff sagt, sie sind „Zwillingsschwestern. Die Wahrheit dieser wird, wie die jener siegen, oder vielmehr sie hat schon gesiegt"!

Jena, am 18ten März 1872.

Ernst Heinrich Haeckel.

# Nachwort

## zum Vorwort der dritten Auflage.

Veranlaßt durch die vorstehend (S. XXVIII, XXIX) gegebene Beleuchtung seiner „kindischen Faseleien" über Darwinismus und Entwickelungslehre hat Herr Präsident Adolf Bastian in Berlin im Januar 1874 einen „offenen Brief" an mich veröffentlicht, der mich hier zu einer kurzen Entgegnung nöthigt. Zunächst muß ich den Irrthum Herrn Bastian's berichtigen, als ob ich einen Angriff gegen seine Person beabsichtigt habe. Diese ist mir zum Glück bis auf den heutigen Tag völlig unbekannt und auch völlig gleichgültig. Ich halte mich allein an seine Druckschriften, in denen er unablässig als „ethnologischer" Don Quixote auf die possirlichste Weise gegen die von ihm gar nicht begriffene Entwickelungslehre ankämpft. Angesichts dieser „mit babylonischer Sprachs- und Begriffs-Verwirrung geschlagenen" Phrasen bin ich noch heute — wie vor zwei Jahren — der Meinung, daß dieselben „unter den zahllosen albernen und kindischen Angriffen gegen den Darwinismus fast alle anderen an Verkehrtheit und Unverstand übertreffen." Lediglich deshalb hatte ich sie überhaupt angeführt. Allerdings hat inzwischen ein Marburger Botaniker, Albert Wigand, in einem dicken Buche über „den Darwinismus und die Naturforschung Newtons und Cuviers" (Braunschweig 1874) den Versuch gemacht, Herrn Bastians sinnloses Gefasel zu überbieten, so daß Hermann Müller in Lippstadt, der Verfasser des ausgezeichneten Werkes über „die Befruchtung der Blu-

men durch Insekten" (Leipzig 1873, eines höchst wichtigen Beitrages zur Selectionstheorie!) mit vollem Rechte Wigand's Buch „eine Verleugnung klar vorliegender thatsächlicher Verhältnisse und einen Hohn auf die menschliche Vernunft nennen konnte" (Jenaer Literatur-Zeitung 1874, Nr. 17, S. 250). Indessen ist es Wigand doch nicht gelungen, Bastian zu übertreffen. Denn obwohl auch sein Buch eine Fülle der erheiterndsten Verwechselungen und Mißverständnisse bietet, so ist doch in seinem Unsinn eine gewisse Methode, und man kann beim Lesen desselben wenigstens einen gewissen Zusammenhang der falschen Vorstellungen erkennen. Bei Herrn Bastian's Purzelbäumen ist dies aber rein unmöglich und der einzige mir bekannte Schriftsteller, mit dessen Styl-Uebungen sich seine Quodlibet-Werke vergleichen lassen, ist der bekannte „Unterquartaner Carlchen Mießnick". Der Unterschied zwischen Beiden ist jedoch der, daß bei letzterem hinter dem vernunftwidrigen Satz-Gemengsel witzige Gedanken versteckt sind, während man bei ersterem überhaupt vergeblich nach irgend einem klaren Gedanken sucht. Glücklicherweise erklärt Herr Bastian selbst in seinem offenen Briefe „die Göttin Vernunft für eine unreife Frühgeburt, gegen deren Inthronisirung auf das Ernstlichste protestirt werden muß". Mit Bezug auf seine eigene Vernunft wollen wir diesen Protest freudig theilen!

Die schwersten wissenschaftlichen Vorwürfe, die mir Herr Bastian machen zu können glaubt, faßt er in folgenden Worten zusammen: „Sie wollen in unserer Zeit der Induction und praktischen Experimente, der Theorie wieder einen leitenden Einfluß auf die Sprache der Thatsachen verschaffen! Davor bewahre uns der Himmel! *(Sic!)* Damit aber, daß Sie noch einer Philosophie bedürfen, schlagen Sie sich selbst, damit vernichten oder bedrohen Sie wenigstens Alles, was wir durch beschwerlichen und langsamen Aufbau in der Naturforschung gewonnen haben. *(Sic!)* Sie verlangen eine Verbindung von empirischen Kenntnissen und philosophischem Verständniß, eine innigste Wechselwirkung und gegenseitige Durchdringung von Philosophie und Empirie. Mit sol-

***

chen Sätzen legen Sie die Axt an die Wurzel unseres vielverzweigten Wissensbaumes"! *(Sic!)* Die Wissenschaft muß also nach Herrn Bastian umkehren! Sie darf nur Thatsachen sammeln, aber niemals nach deren Ursachen fragen; niemals sie zu erklären versuchen! Vor allem aber darf sie nicht denken!!

Somit wäre es eigentlich nicht nöthig, hier auf jenen „offenen Brief" Etwas zu entgegnen, zumal derselbe in der erfreulichsten Weise die Richtigkeit meines Urtheils bestätigt. Leider finden sich jedoch in demselben einige Stellen, die zeigen, daß Herrn Bastian's Kapuzinaden nicht ganz so harmlos sind, als sie scheinen. So citirt derselbe z. B. einen meiner Sätze (S. XXVIII, Z. 15 von oben) falsch, indem er „vor" statt „im" setzt und dadurch dessen Sinn völlig verkehrt. Auf seiner letzten Seite aber beschuldigt er mich „einer direkten Unwahrheit", weil ich den Sinn eines seiner Sätze richtig wiedergegeben habe. In Nr. 1 der Jenaer Literatur-Zeitung (vom 3. Januar 1874) hatte ich zur Begründung meines Urtheils über Bastian angeführt, daß dessen „neuester Gegenbeweis gegen den Darwinismus in der merkwürdigen Entdeckung besteht, daß sich noch niemals aus einer Spindeluhr eine Cylinderuhr entwickelt hat (!)". Daß dieser Satz den unzweideutigen Sinn einer längeren Phrase von Bastian getreu wiedergiebt, davon kann sich jeder Leser überzeugen, wenn er dieselbe im Original vergleicht (Zeitschrift für Ethnologie, Band IV, Berlin, 1872, S. 389). Allerdings mag den geistreichen Verfasser dieser kostbare Vergleich zwischen einer „in zweifelnder Halbheit schwankenden Uhr" und einem lebendigen Organismus, „der Zeit hat weiter zu jungen", später wohl gereut haben. Aber damit, daß er ihn einfach ableugnet und mir, weil ich ihn citire, perfider Weise „eine direkte Unwahrheit" vorwirft, schafft er ihn nicht aus der Welt, und die fatale Seite 389 bleibt stehen. Hoffentlich treten noch viele Gegner der Entwickelungslehre in die Fußtapfen des Herrn Präsidenten Adolf Bastian und helfen so deren Sieg beschleunigen.

Jena, den 13ten Juli 1874.

Ernst Heinrich Haeckel.

# Vorwort

## zur vierten Auflage.

In wenigen Monaten werden zehn Jahre verfloſſen ſein, ſeitdem der Darwinismus zum erſten Male auf die Tagesordnung einer deutſchen Naturforſcher-Verſammlung geſetzt wurde. Es war am 19. September 1863, als ich in der erſten allgemeinen Verſammlung der deutſchen Naturforſcher und Aerzte zu Stettin einen öffentlichen Vortrag „über die Entwickelungstheorie Darwin's" hielt. Hatten mir ſchon vorher wohlmeinende und vorſichtige Freunde von dieſem gefährlichen Wagniſſe abgerathen, ſo lernte ich doch erſt nachher den ganzen Umfang der damit verknüpften Gefahr ermeſſen. Denn abgeſehen von den Angriffen, welche mein Vortrag oder vielmehr der darin vertretene Darwinismus alsbald von den verſchiedenſten Seiten erfuhr, theilte die Mehrheit der damals in Stettin tagenden Verſammlung das von einigen namhaften Autoritäten ausgeſprochene Bedauern, daß man überhaupt ſolche „unwiſſenſchaftliche Gegenſtände" wie den Darwinismus auf einem Naturforſcher-Kongreſſe zur Sprache bringe; die ganze Darwinſche Theorie ſei im beſten Falle eine „unbewieſene Hypotheſe, ein geiſtreicher Traum". Andere nannten ſie „einen leeren Schwindel, ein bodenloſes Phantaſiegebäude", und meinten, daß ſie „mit der Tiſchrückerei und dem Od in ein und daſſelbe Gebiet gehöre"! Noch Andere beantragten, daß man den Darwinismus überhaupt von der ernſten wiſſenſchaftlichen Discuſſion ausſchließe (wie es ja auch in der biologiſchen

Literatur thatsächlich lange genug geschehen ist). Einige Theologen endlich, welche der Versammlung beiwohnten, schienen Lust zu haben, die beliebten Beweismittel der streitenden Kirche, Tortur und Scheiterhaufen, im neunzehnten Jahrhundert auf die Anhänger Darwin's, die „Affen-Theoretiker" anzuwenden. Auch würde wohl der Heilige evangelische Oberkirchenrath in Berlin, der heute vor unseren erstaunten Augen das mittelalterliche Schauspiel der Ketzergerichte erneuert, dazu ebenso bereitwillig seinen Segen gegeben haben, wie der Unfehlbare katholische Kirchenvater in Rom. Ist doch die Ignoranz und der Haß gegen die freie wissenschaftliche Forschung hier wie dort von derselben Art!

Wenn wir uns heute erlauben, an jenes Stettiner Erlebniß zu erinnern, so geschieht es, um die damals herrschende Beurtheilung des Darwinismus mit seiner heutigen Geltung zu vergleichen; und da dürfen wir denn wohl über den gewaltigen, im letzten Decennium erfolgten Umschwung unsere volle Genugthuung aussprechen. Was vor zehn Jahren noch von der großen Mehrzahl der Biologen, der zunächst competenten Richter, bestritten wurde, ist heute von der großen Mehrzahl derselben anerkannt. Die „unbewiesene Hypothese Darwin's" hat sich zu einer unumstößlich begründeten Theorie emporgebildet; der „geistreiche Traum" hat sich als sonnenklare Wahrheit herausgestellt; und aus dem „leeren Schwindel" des „bodenlosen Phantasie-Gebäudes" hat sich das causale Verständniß der wichtigsten biologischen Erscheinungen entwickelt. Fast jede zoologische und botanische Arbeit, welche das Gebiet der Morphologie (Anatomie und Entwickelungsgeschichte) berührt, muß gern oder ungern sich mit der Descendenz-Theorie beschäftigen, und jede morphologische Arbeit, welche ein wahres Verständniß der Form-Erscheinungen anstrebt, kann überhaupt ohne die Abstammungslehre nicht tiefer in dasselbe eindringen. Die Stammesgeschichte oder Phylogenie, der noch vor wenigen Jahren selbst von manchen Darwinisten die Lebensfähigkeit abgesprochen wurde, lebt, wächst und gedeiht als selbstständiger Zweig der Biologie, und die Ontogenie

oder Keimesgeschichte wird den Beistand dieser jüngeren Schwester bald nicht mehr entbehren können. Was aber vielleicht noch überzeugender, als diese erfreulichen positiven Erfolge der Entwickelungs-Theorie für ihre volle Wahrheit Zeugniß ablegt, das ist die vollständige negative Impotenz ihrer Feinde. Kein einziger Gegner ist im Stande gewesen, irgend einen erheblichen Einwand gegen die Theorie vorzubringen oder irgend eine haltbare Hypothese über „die Entstehung der Arten" an ihre Stelle zu setzen.

Nicht minder erfreulich ist es, daß endlich auch die speculative Philosophie die unermeßliche Bedeutung zu würdigen beginnt, welche die Entwickelungslehre im Allgemeinen und ihre Anwendung auf den Menschen im Besonderen besitzt. Welcher Erfolg hier noch den Philosophen der Zukunft bevorsteht, beweisen die beiden berühmten Werke von Strauß und von Hartmann, die beide kürzlich in vierter Auflage erschienen sind. „Der alte und der neue Glaube" von David Friedrich Strauß, der fast in vier Monaten vier Auflagen erlebte, enthält die freie und unumwundene Anerkennung der Consequenzen, welche die Philosophie der Entwickelung — und die Descendenz-Theorie als deren wichtigster Bestandtheil — über das allgemeine Gebiet der wissenschaftlichen Erkenntniß hinaus in dem besonderen Bezirke der persönlichen religiösen Ueberzeugungen nach den Gesetzen der Logik verlangt. Zunächst ist dieses Darwinistische Glaubensbekenntniß des berühmten Theologen gleich Darwin's fundamentalem Werk über die Entstehung der Arten mit einem Hagel von Geschossen überschüttet worden, die entweder gar nicht trafen, oder wirkungslos abprallten. In einem der heftigsten Angriffe, welcher in mehreren Zeitschriften reproducirt wurde, war angeführt, daß auch die vorgeschrittensten Affen-Theoretiker und die eifrigsten Bewunderer Darwin's in Deutschland die Bundesgenossenschaft von Strauß mit Hohn zurückwiesen, und hierbei war mein Name als Beispiel genannt. Das war nun einfache Unwahrheit; denn ich habe mich bisher bei keiner Gelegenheit über Strauß's Buch ausgesprochen. Da ich jedoch solchergestalt zu einem Urtheil

über daſſelbe herausgefordert bin, und da überdem jetzt von allen Seiten die verſchiedenſten „Bekenntniſſe" ſich entgegentreten, ſo ſtehe ich nicht an, auch meinerſeits mein perſönliches Bekenntniß abzulegen und meine volle Zuſtimmung zu dem „neuen Glauben" von Strauß zu erklären. Auch ich gehöre zu den zahlloſen „Wir", in deren Namen Strauß das Wort ergriffen hat und das Meiſte in ſeinem Buche iſt auch meine Ueberzeugung. Daſſelbe kann ich von zahlreichen anderen mir befreundeten Naturforſchern behaupten, wenn dieſe auch aus verſchiedenen Gründen ein offenes Bekenntniß des „neuen Glaubens" vermeiden. Unter dieſen Naturforſchern aber befinden ſich Männer, von denen jeder Einzelne durch ſeine Verbindung von Verſtandsſchärfe und Gemüthstiefe, Naturverſtändniß und Menſchenkenntniß ein ganzes Tauſend Gegner von Strauß aufwiegt.

Was die berühmte „Philoſophie des Unbewußten" von Hartmann betrifft, ſo habe ich in den früheren Auflagen der Schöpfungsgeſchichte die nahe liegende Berührung derſelben vermieden, weil unmöglich in wenigen Worten darüber abgeurtheilt werden kann. Dieſes merkwürdige Buch enthält einerſeits ſo viel neue vortreffliche Bemerkungen und tiefe Ideen, anderſeits aber leider auch ſo viel naturwiſſenſchaftliche Irrthümer und namentlich biologiſche Fehler, daß ohne eine ſehr gründliche und eingehende Kritik ein gerechtes Urtheil gar nicht möglich iſt. Inzwiſchen iſt nun eine ſolche ausführliche Kritik von einem anonymen Verfaſſer erſchienen: „Das Unbewußte vom Standpunkte der Phyſiologie und Deſcendenz-Theorie" (Berlin 1872). Dieſe ausgezeichnete Schrift ſagt im Weſentlichen Alles, was ich ſelbſt über die Philoſophie des Unbewußten den Leſern der Schöpfungsgeſchichte hätte ſagen können und ich kann daher diejenigen unter ihnen, die ſich dafür intereſſiren, einfach darauf verweiſen. Der anonyme Kritiker weiſt überzeugend nach (was alle die zahlreichen Recenſenten der „Philoſophie des Unbewußten" überſehen hatten), daß dieſes Buch aus zwei ganz zuſammenhangsloſen und theilweiſe ſich widerſprechenden Stücken zuſammengeſetzt iſt; das eine Stück (vorzüglich Abſchnitt A) „behandelt alle

vorkommenden Probleme ohne jede Rücksicht auf die Descendenz-Theorie, während dieselben einzig und allein von dem Standpunkt der Descendenz-Theorie aus richtig gestellt und annähernd gelöst werden können." Das andere Stück hingegen (vorzüglich Abschnitt C) stellt sich geradezu auf den Boden der Abstammungslehre, und zeigt, wie nur durch diese eine richtige Stellung und Lösung der höchsten philosophischen Probleme möglich ist. Nun wird aber gerade durch die Descendenz-Theorie und ihre Anwendung auf den Menschen das Unbewußte selbst, wie es Hartmann als oberstes metaphysisches Prinzip aufstellt, theils eliminirt, theils auf das physiologisch (also mechanisch) erklärbare Unbewußte zurückgeführt. Denn, wie der anonyme Kritiker sehr richtig bemerkt, „confundirt die Philosophie des Unbewußten unter diesem, den ganzen dunklen Urgrund des Lebens zusammenfassenden Ausdruck — das Unbewußte" — eine Menge der verschiedenartigsten Dinge, welche nothwendig einer sondernden Analyse bedürfen. Es fällt das Unbewußte, insofern es als Subjekt der teleologischen Eingriffe gedacht wird." Es bleibt das Unbewußte, insofern es als mechanisches Prinzip in monistischem Sinne von der Biologie zu verwerthen ist. Hartmann's Lehrgebäude des Unbewußten als Ganzes fällt unter dieser Kritik zusammen; es bleiben aber und werden reiche Früchte tragen die vielen „naturwissenschaftlich werthvollen und folgenschweren Gedankenkeime", welche zwischen vielen unbrauchbaren metaphysischen Speculationen darin versteckt sind.

Jedenfalls können die „exakten" Naturforscher, welche gegenwärtig mit so bornirtem Stolze auf die Philosophie überhaupt herunter sehen, von der Philosophie des Unbewußten (besonders im Vergleich mit den ausgezeichneten, schon früher von uns angelegentlich empfohlenen philosophischen Schriften von Herbert Spencer, „First Principles" etc.[45]) zweierlei lernen: erstens, wie unerläßlich die beständige Wechselwirkung der Empirie und Philosophie, die innige Durchdringung von Beobachtung und Reflexion ist, und zweitens, wie unendlich werthvoll für diese stets anzustre-

bende Verbindung der moniſtiſche Entwickelungsgedanke der Deſcendenz-Theorie iſt. Wie Friedrich Zöllner, deſſen naturphiloſophiſcher Standpunkt mit dem unſrigen zuſammenfällt, in ſeinem ideenreichen Buche „über die Natur der Kometen“[53]) vortrefflich ausführt, wird nur „jenem Bündniſſe der exakten Forſchung mit einer geläuterten Philoſophie die neue Weltanſchauung des kommenden Jahrhunderts in nie geahnter Größe und Klarheit der Erkenntniß entſprießen.“

Wie weit die meiſten Naturforſcher leider gegenwärtig noch von der Harmonie dieſer neuen moniſtiſchen Weltanſchauung entfernt ſind, zeigt beſonders klar die herrſchende Beurtheilung eines der wichtigſten Probleme der Entwickelungslehre, der Urzeugung. Bereits im ſechſten Kapitel der generellen Morphologie („Schöpfung und Selbſtzeugung“) und ſpäter ausführlicher in den „Studien über Moneren“ (beſonders S. 177 u. f.) habe ich die Nothwendigkeit der Urzeugung in dem Sinne nachgewieſen, in welchem ſie auch im XIII. Vortrage der Schöpfungsgeſchichte (S. 291—310) erörtert iſt. Gerade dieſer unerläßliche Beſtandtheil der Entwickelungstheorie hat die ſtärkſten Angriffe von Seiten der ſogenannten „exakten Empiriker“ erfahren und ſelbſt einige berühmte Naturforſcher erſten Ranges haben ſich entſchieden dagegen erklärt. Bei allen dieſen Gegnern der Urzeugung reicht das logiſche Denkvermögen nicht ſo weit, um einzuſehen, daß ſie ſich damit auf den übernatürlichen Boden des nackten Wunderglaubens ſtellen! Sehr richtig hat hiergegen ſchon Friedrich Zöllner in ſeinen „photometriſchen Unterſuchungen“ bemerkt (S. 263): „Daß einſt wirklich eine Generatio aequivoca ſtattgefunden habe, kann für den menſchlichen Verſtand nicht anders als mit Aufhebung des Cauſalitätsgeſetzes geleugnet werden.“ Wie viel klarer, ſchärfer und logiſcher hat über dieſe wichtige Frage der Theologe Strauß geurtheilt (a. a. O. S. 172 u. f.), mit viel tieferem Naturverſtändniß als alle jene „exakten Naturforſcher“!

Der Vorwurf, welcher der Deſcendenz-Theorie jetzt noch am häufigſten gemacht wird, lautet, daß ſie nicht ſicher genug begrün-

det, nicht genügend bewiesen sei. Nicht allein ihre entschiedenen Gegner behaupten den Mangel an sicheren Beweisen; sondern auch viele halbe und unsichere Anhänger meinen, daß allerdings die Hypothese Darwin's noch gründlicher bewiesen werden müsse. Weder Diese noch Jene würdigen das unermeßliche Gewicht, welches die großen Erscheinungs-Reihen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie, der Paläontologie und Systematik, der Chorologie und Oecologie zu Gunsten der Abstammungslehre in die Wagschale werfen. Auch die Selections-Theorie Darwin's, welche durch die Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung im Kampfe um's Dasein die Entstehung der Arten vollständig erklärt, erscheint ihnen nicht genügend. Sie verlangen vielmehr, daß die Abstammung der Species von gemeinsamen Stammformen *im Einzelnen* nachgewiesen werde, daß im Gegensatz zu den angeführten *synthetischen* Beweisen für die Descendenz-Theorie vielmehr der *analytische* Beweis von dem genealogischen Zusammenhang der einzelnen Species geführt werde.

Diese „*analytische Lösung des Problems von der Entstehung der Arten*" habe ich selbst in meiner kürzlich erschienenen *Monographie der Kalkschwämme* (Berlin 1872) zu liefern gesucht[50]). Fünf Jahre hindurch habe ich diese kleine, aber höchst lehrreiche Thiergruppe in allen ihren Formen auf das Sorgfältigste untersucht und darf wohl behaupten, daß die daraus hervorgegangene Monographie die vollständigste und genaueste morphologische Analyse einer ganzen Organismen-Gruppe darstellt, welche bisher gegeben worden ist. Ausgestattet mit dem gesammten, bisher aufgespeicherten Untersuchungs-Material und unterstützt durch zahlreiche Zusendungen aus allen Welttheilen konnte ich die gesammte Formengruppe der Kalkschwämme in jener möglichst erschöpfenden Vollständigkeit bearbeiten, welche für den Nachweis des gemeinsamen Ursprungs aller ihrer Arten unerläßlich schien. Grade diese Thiergruppe eignet sich deshalb ganz vorzüglich zur analytischen Lösung des Species-Problems, weil sie höchst einfache Organisations-Verhältnisse

darbietet, weil bei ihr die morphologischen Verhältnisse eine ganz überwiegende Bedeutung besitzen, das physiologische Interesse dagegen zurücktritt, und weil alle Species von Kalkschwämmen sich durch eine ungewöhnlich starke Flüssigkeit und Biegsamkeit ihrer Form auszeichnen. Mit Rücksicht auf diese Verhältnisse unternahm ich zwei Reisen an die Meeresküste (1869 nach Norwegen, 1871 nach Dalmatien), um möglichst große Massen von Individuen in ihren natürlichen Verhältnissen zu untersuchen und zur Vergleichung zu sammeln. Von vielen Arten habe ich mehrere Hundert Individuen auf das Sorgfältigste verglichen. Von allen Species habe ich die gesammten Formverhältnisse auf das Genaueste mikroskopisch untersucht und gemessen. Als End-Resultat dieser mühseligen Untersuchungen und tausendfältigen Messungen ergab sich, daß „gute Arten" (bonae species) im gewöhnlichen dogmatischen Sinne der Schule bei den Kalkschwämmen überhaupt nicht existiren, daß die verschiedensten Formen durch zahllose allmähliche Uebergänge mit einander verknüpft sind, und daß alle verschiedenen Arten von Calcispongien von einer einzigen höchst einfachen Stammform, dem Olynthus abstammen. Eine Abbildung des Olynthus und seiner frühesten Entwickelungs-Zustände (besonders der außerordentlich wichtigen Gastrula) habe ich auf der XVI. Tafel zur vorliegenden vierten Auflage gegeben. Abbildungen von sämmtlichen Form-Verhältnissen, welche die Abstammung aller Calcispongien vom Olynthus erläutern, finden sich in dem Atlas von sechzig Tafeln, welcher die Monographie der Kalkschwämme begleitet. In der Gastrula ist jetzt zugleich die gemeinsame Stammform gefunden, von welcher sich alle Thierstämme (nur die niederste Gruppe der Urthiere ausgenommen) ohne Schwierigkeit ableiten lassen. Sie gehört zu den ältesten und wichtigsten Vorfahren des Menschengeschlechts!

Wenn man aus der in der Systematik üblichen Praxis sich einen Durchschnitts-Maßstab für die Begriffe von Genus und Species bildet und diesen auf die sämmtlichen bisher bekannten Kalkschwämme anwendet, so kann man unter denselben ungefähr

21 Gattungen mit 111 Arten unterscheiden (wie das im natürlichen System des zweiten Bandes der Monographie geschehen ist). Ich habe aber gezeigt, daß man neben diesem System auch noch ein zweites (näher an das bisherige System der Calcispongien sich anschließendes) System aufstellen kann, welches 39 Genera und 289 Species enthält. Ein Systematiker, welcher dem Species-Begriff eine engere Ausdehnung giebt, könnte dieselbe Formen-Masse auf 43 Gattungen und 381 Arten oder gar auf 133 Genera und 591 Species vertheilen; ein anderer Systematiker hingegen, der den Species-Begriff weiter faßt, brauchte in derselben Formen-Masse nur 3 Gattungen mit 21 Arten oder auch nur eine einzige Gattung mit 7 Arten zu unterscheiden. Die Abgrenzung der Species und Genera erscheint bei den zahllosen Varietäten und Uebergangs-Formen in dieser Gruppe eben so willkürlich, daß sie vollkommen dem subjektiven Geschmacke des einzelnen Systematikers überlassen bleibt. In Wirklichkeit erscheint ja auch vom Standpunkte der Entwickelungs-Theorie die Frage, ob man den verwandten Formen-Gruppen einen weiteren oder engeren Umfang geben, ob man sie als Genera oder Species, als Varietäten oder Subspecies auffassen will, völlig gleichgültig. Die Hauptsache, der gemeinsame Ursprung aller Arten aus einer Stammform, bleibt erwiesen. Die vielgestaltigen Kalkschwämme liefern aber auch außerdem dafür in dem höchst merkwürdigen Verhältnisse der Metrocormie einen direkten Beweis, wie er nicht schlagender gedacht werden kann. Es tritt hier gar nicht selten der Fall ein, daß aus einem einzigen Stocke oder Cormus mehrere verschiedene Formen hervorwachsen, welche bisher in dem Systeme als ganz verschiedene Species, ja sogar als verschiedene Genera angesehen worden waren. Figur 10 der Tafel XVI stellt einen solchen metrocormotischen Stock dar. Dieser handgreifliche Beweis für die gemeinsame Descendenz verschiedener Species sollte doch wohl dem ärgsten Zweifler genügen!

In der That darf ich jetzt wohl von meinen Gegnern erwarten, daß sie den hier gelieferten „exakt empirischen Beweis" berück-

sichtigen, den sie so eifrig verlangt haben. Diejenigen Gegner der Abstammungslehre, welche zu wenig Urtheilsfähigkeit oder zu wenig Kenntnisse besitzen, um die überzeugende Beweiskraft der *synthetischen* Argumente (der vergleichenden Anatomie, Ontogenie, Systematik u. s. w.) zu würdigen, mögen mir auf die Bahn des *analytischen* Beweises folgen und die Darstellung widerlegen, welche ich von der gemeinsamen Abstammung aller Kalkschwamm-Arten in meiner Monographie gegeben habe. Ich muß aber wiederholen, daß diese Darstellung sich auf die genaueste Untersuchung eines außerordentlich reichen empirischen Materials stützt, daß sie durch Tausende der sorgfältigsten mikroskopischen Beobachtungen, Messungen und Vergleichungen aller einzelnen Theile fest begründet ist, und daß Tausende von gesammelten mikroskopischen Präparaten jeden Augenblick die schärfste kritische Kontrole meiner Angaben gestatten. Möge man doch versuchen, mich auf dem Boden dieser „exakten Empirie" anzugreifen, statt meine „naturphilosophischen Speculationen" zu verdammen, und möge man den Beweis zu führen versuchen, daß diese letzteren nicht naturgemäß aus jenen ersteren unmittelbar folgen. Möge man mich aber mit der leeren, auch von angesehenen Naturforschern noch oft wiederholten Phrase verschonen, daß die monistische Natur-Philosophie, wie sie in der generellen Morphologie und der natürlichen Schöpfungsgeschichte auf dem Fundamente der Descendenz-Theorie begründet ist, der thatsächlichen Beweise entbehre. Die Beweise sind da; wer sich allerdings vor denselben die Augen zuhält, wird sie natürlich nicht sehen. Gerade jene „exakte" Form des analytischen Beweises, wie sie die Gegner der Descendenz-Theorie verlangen, findet Jeder, der sie finden will, in der Monographie der Kalkschwämme.

Jena, am 24ten Juni 1873.

**Ernst Heinrich Haeckel.**

# Die Natur.

Natur! Wir ſind von ihr umgeben und umſchlungen — unvermögend aus ihr herauszutreten, und unvermögend, tiefer in ſie hinein zu kommen. Ungebeten und ungewarnt nimmt ſie uns in den Kreislauf ihres Tanzes auf und treibt ſich mit uns fort, bis wir ermüdet ſind und ihrem Arme entfallen.

Sie ſchafft ewig neue Geſtalten; was da iſt, war noch nie; was war, kommt nicht wieder: Alles iſt neu und doch immer das Alte.

Sie ſcheint alles auf Individualität angelegt zu haben, und macht ſich Nichts aus den Individuen. Sie baut immer und zerſtört immer, und ihre Werkſtätte iſt unzugänglich.

Sie lebt in lauter Kindern; und die Mutter, wo iſt ſie? Sie iſt die einzige Künſtlerin: aus dem ſimpelſten Stoffe zu den größten Contraſten; ohne Schein der Anſtrengung zu der größten Vollendung; zur genaueſten Beſtimmtheit, immer mit etwas Weichem überzogen. Jedes ihrer Werke hat ein eigenes Weſen, jede ihrer Erſcheinungen den iſolirteſten Begriff, und doch macht alles Eins aus.

Es iſt ein ewiges Leben, Werden und Bewegen in ihr, und doch rückt ſie nicht weiter. Sie verwandelt ſich ewig, und iſt kein Moment Stillſtehen in ihr. Für's Bleiben hat ſie keinen Begriff, und ihren Fluch hat ſie an's Stillſtehen gehängt. Sie iſt feſt: ihr Tritt iſt gemeſſen, ihre Ausnahmen ſelten, ihre Geſetze unwandelbar.

Sie läßt jedes Kind an ihr künſteln, jeden Thoren über ſie richten, tauſende ſtumpf über ſie hingehen und nichts ſehen, und hat an allen ihre Freude und findet bei allen ihre Rechnung.

Man gehorcht ihren Geſetzen, auch wenn man ihnen widerſtrebt; man wirkt mit ihr, auch wenn man gegen ſie wirken will. Sie macht Alles, was ſie giebt, zur Wohlthat; denn ſie macht es erſt unentbehrlich. Sie ſäumt, daß man ſie verlange; ſie eilt, daß man ſie nicht ſatt werde.

Sie hat keine Sprache noch Rede, aber ſie ſchafft Zungen und Herzen, durch die ſie fühlt und ſpricht. Ihre Krone iſt die Liebe; nur durch ſie kommt man ihr nahe. Sie macht Klüfte zwiſchen allen Weſen, und Alles will ſie verſchlingen. Sie hat alles iſolirt, um alles zuſammen zu ziehen. Durch ein paar Züge aus dem Becher der Liebe hält ſie für ein Leben voll Mühe ſchadlos.

Sie iſt alles. Sie belohnt ſich ſelbſt und beſtraft ſich ſelbſt, erfreut und quält ſich ſelbſt. Sie iſt rauh und gelinde, lieblich und ſchrecklich, kraftlos und allgewaltig. Alles iſt immer da in ihr. Vergangenheit und Zukunft kennt ſie nicht. Gegenwart iſt ihr Ewigkeit. Sie iſt gütig. Ich preiſe ſie mit allen ihren Werken. Sie iſt weiſe und ſtill. Man reißt ihr keine Erklärung vom Leibe, trutzt ihr kein Geſchenk ab, das ſie nicht freiwillig giebt. Sie iſt liſtig, aber zu gutem Ziele, und am beſten iſt's, ihre Liſt nicht zu merken.

Sie iſt ganz, und doch immer unvollendet. So wie ſie's treibt, kann ſie's immer treiben. Jedem erſcheint ſie in einer eigenen Geſtalt. Sie verbirgt ſich in tauſend Namen und Termen, und iſt immer dieſelbe.

Sie hat mich hereingeſtellt, ſie wird mich auch herausführen. Ich vertraue mich ihr. Sie mag mit mir ſchalten; ſie wird ihr Werk nicht haſſen. Ich ſprach nicht von ihr: nein, was wahr iſt und was falſch iſt, alles hat ſie geſprochen. Alles iſt ihre Schuld, alles iſt ihr Verdienſt.

Goethe (1780).

# Natürliche

# Schöpfungsgeschichte

oder

## wissenschaftliche Entwickelungslehre.

„Nach ewigen ehernen
„Großen Geſetzen
„Müſſen wir Alle
„Unſeres Daſeins
„Kreiſe vollenden!“

Goethe.

# Erſter Vortrag.

## Inhalt und Bedeutung der Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie.

---

Allgemeine Bedeutung und weſentlicher Inhalt der von Darwin reformirten Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie. Beſondere Bedeutung derſelben für die Biologie (Zoologie und Botanik). Beſondere Bedeutung derſelben für die natürliche Entwickelungsgeſchichte des Menſchengeſchlechts. Die Abſtammungslehre als natürliche Schöpfungsgeſchichte. Begriff der Schöpfung. Wiſſen und Glauben. Schöpfungsgeſchichte und Entwickelungsgeſchichte. Zuſammenhang der individuellen und paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte. Unzweckmäßigkeitslehre oder Wiſſenſchaft von den rudimentären Organen. Unnütze und überflüſſige Einrichtungen im Organismus. Gegenſatz der beiden grundverſchiedenen Weltanſchauungen, der moniſtiſchen (mechaniſchen, cauſalen) und der dualiſtiſchen (teleologiſchen, vitalen). Begründung der erſteren durch die Abſtammungslehre. Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur, und Gleichheit der wirkenden Urſachen in Beiden. Bedeutung der Abſtammungslehre für die einheitliche (moniſtiſche) Auffaſſung der ganzen Natur.

Meine Herren! Die geiſtige Bewegung, zu welcher der engliſche Naturforſcher Charles Darwin vor fünfzehn Jahren durch ſein berühmtes Werk „über die Entſtehung der Arten“ [1]) den Anſtoß gab, hat während dieſes kurzen Zeitraums einen Umfang angenommen, der die allgemeinſte Theilnahme erregen muß. Allerdings iſt die in jenem Werke dargeſtellte naturwiſſenſchaftliche Theorie, welche man gewöhnlich kurzweg die Darwin'ſche Theorie oder den Darwinismus nennt, nur ein geringer Bruchtheil einer viel umfaſſenderen Lehre,

nämlich der universalen Entwickelungs-Theorie, welche ihre unermeßliche Bedeutung über das ganze Gebiet aller menschlichen Wissenschaft erstreckt. Allein die Art und Weise, in welcher Darwin die letztere durch die erstere fest begründet hat, ist so überzeugend, und die entscheidende Wendung, welche durch die nothwendigen Folgeschlüsse jener Theorie in der gesammten Weltanschauung der Menschheit angebahnt worden ist, muß jedem tiefer denkenden Menschen so gewaltig erscheinen, daß man ihre allgemeine Bedeutung nicht hoch genug anschlagen kann. Ohne Zweifel muß diese ungeheuere Erweiterung unseres menschlichen Gesichtskreises unter allen den zahlreichen und großartigen Fortschritten, welche die Naturwissenschaft in unserer Zeit gemacht hat, als der bei weitem folgenreichste und wichtigste angesehen werden.

Wenn man unser Jahrhundert mit Recht das Zeitalter der Naturwissenschaften nennt, wenn man mit Stolz auf die unermeßlich bedeutenden Fortschritte in allen Zweigen derselben blickt, so pflegt man dabei gewöhnlich weniger an die Erweiterung unserer allgemeinen Naturerkenntniß, als vielmehr an die unmittelbaren praktischen Erfolge jener Fortschritte zu denken. Man erwägt dabei die völlige und unendlich folgenreiche Umgestaltung des menschlichen Verkehrs, welche durch das entwickelte Maschinenwesen, durch die Eisenbahnen, Dampfschiffe, Telegraphen und andere Erfindungen der Physik hervorgebracht worden ist. Oder man denkt an den ungeheuren Einfluß, welchen die Chemie in der Heilkunst, in der Landwirthschaft, in allen Künsten und Gewerben gewonnen hat. Wie hoch Sie aber auch diesen Einfluß der neueren Naturwissenschaft auf das praktische Leben anschlagen mögen, so muß derselbe, von einem höheren und allgemeineren Standpunkt aus gewürdigt, doch unbedingt hinter dem ungeheuren Einfluß zurückstehen, welchen die theoretischen Fortschritte der heutigen Naturwissenschaft auf die gesammte Erkenntniß des Menschen, auf seine ganze Weltanschauung und die Vervollkommnung seiner Bildung nothwendig gewinnen werden. Denken Sie nur an den unermeßlichen Umschwung aller unserer theoretischen Anschauungen, welchen wir der allgemeinen Anwendung des Mikroskops verdanken. Denken Sie

allein an die Zellentheorie, die uns die ſcheinbare Einheit des menſchlichen Organismus als das zuſammengeſetzte Reſultat aus der ſtaatlichen Verbindung einer Maſſe elementarer Lebenseinheiten, der Zellen, nachweiſt. Oder erwägen Sie die ungeheure Erweiterung unſeres theoretiſchen Geſichtskreiſes, welche wir der Spektral-Analyſe und der Lehre von der Wärme-Mechanik verdanken. Unter allen dieſen bewunderungswürdigen theoretiſchen Fortſchritten nimmt aber jedenfalls die von Darwin ausgebildete Theorie bei weitem den höchſten Rang ein.

Jeder von Ihnen wird den Namen Darwins gehört haben. Aber die Meiſten von Ihnen werden wahrſcheinlich nur unvollkommene Vorſtellungen von dem eigentlichen Werthe ſeiner Lehre beſitzen. Denn wenn man Alles vergleicht, was ſeit dem Erſcheinen von Darwins epochemachendem Werk über daſſelbe geſchrieben worden iſt, ſo muß demjenigen, der ſich nicht näher mit den organiſchen Naturwiſſenſchaften befaßt hat, der nicht in die inneren Geheimniſſe der Zoologie und Botanik eingedrungen iſt, der Werth jener Theorie ſehr zweifelhaft erſcheinen. Die Beurtheilung derſelben iſt ſo widerſpruchsvoll, größtentheils ſo mangelhaft, daß es uns nicht Wunder nehmen darf, wenn noch jetzt, fünfzehn Jahre nach dem Erſcheinen von Darwins Werk, daſſelbe nicht entfernt die Bedeutung erlangt hat, welche ihm von Rechtswegen gebührt, und welche es jedenfalls früher oder ſpäter erlangen wird. Die allermeiſten von den zahlloſen Schriften, welche für und gegen den Darwinismus während dieſes Zeitraums veröffentlicht wurden, ſind von Leuten geſchrieben worden, denen der dazu erforderliche Grad von biologiſcher, und beſonders von zoologiſcher Bildung durchaus fehlt. Obwohl faſt alle bedeutenderen Naturforſcher der Gegenwart jetzt zu den Anhängern jener Theorie gehören, haben doch nur wenige derſelben Geltung und Verſtändniß in weiteren Kreiſen zu verſchaffen geſucht. Daher rühren die befremdenden Widerſprüche und die ſeltſamen Urtheile, die man noch heute allenthalben über den Darwinismus hören kann. Gerade dieſer Umſtand iſt es, welcher mich vorzugsweiſe beſtimmt, die Darwinſche Theorie

und die damit zusammenhängenden weiteren Lehren zum Gegenstand dieser allgemein verständlichen Vorträge zu machen. Ich halte es für die Pflicht der Naturforscher, daß sie nicht allein in dem engeren Kreise, den ihre Fachwissenschaft ihnen vorschreibt, auf Verbesserungen und Entdeckungen sinnen, daß sie sich nicht allein in das Studium des Einzelnen mit Liebe und Sorgfalt vertiefen, sondern daß sie auch die wichtigen, allgemeinen Resultate ihrer besonderen Studien für das Ganze nutzbar machen, und daß sie naturwissenschaftliche Bildung im ganzen Volke verbreiten helfen. Der höchste Triumph des menschlichen Geistes, die wahre Erkenntniß der allgemeinsten Naturgesetze, darf nicht das Privateigenthum einer privilegirten Gelehrtenkaste bleiben, sondern muß Gemeingut der ganzen Menschheit werden.

Die Theorie, welche durch Darwin an die Spitze unserer Naturerkenntniß gestellt worden ist, pflegt man gewöhnlich als Abstammungslehre oder Descendenztheorie zu bezeichnen. Andere nennen sie Umbildungslehre oder Transmutationstheorie. Beide Bezeichnungen sind richtig. Denn diese Lehre behauptet, daß alle verschiedenen Organismen (d. h. alle Thierarten und alle Pflanzenarten, welche jemals auf der Erde gelebt haben, und noch jetzt leben), von einer einzigen oder von wenigen höchst einfachen Stammformen abstammen, und daß sie sich aus diesen auf dem natürlichen Wege allmählicher Umbildung entwickelt haben. Obwohl diese Entwickelungstheorie schon im Anfange unseres Jahrhunderts von verschiedenen großen Naturforschern, insbesondere von Lamarck[2]) und Goethe[3]) aufgestellt und vertheidigt wurde, hat sie doch erst vor fünfzehn Jahren durch Darwin ihre vollständige Ausbildung und ihre ursächliche Begründung erfahren, und das ist der Grund, weshalb sie jetzt gewöhnlich ausschließlich (obwohl nicht ganz richtig) als Darwin's Theorie bezeichnet wird.

Der hohe und wirklich unschätzbare Werth der Abstammungslehre erscheint in einem verschiedenen Lichte, je nachdem Sie bloß deren nähere Bedeutung für die organische Naturwissenschaft, oder

aber ihren weiteren Einfluß auf die gesammte Welterkenntniß des Menschen in Betracht ziehen. Die organische Naturwissenschaft oder die *Biologie*, welche als *Zoologie* die Thiere, als *Botanik* die Pflanzen zum Gegenstand ihrer Erkenntniß hat, wird durch die Abstammungslehre von Grund aus umgestaltet und neu begründet. Denn die Descendenztheorie macht uns mit den *wirkenden Ursachen* der organischen Formerscheinungen bekannt, während die bisherige Thier- und Pflanzenkunde sich bloß mit den *Thatsachen* dieser Erscheinungen beschäftigte. Man kann daher auch die Abstammungslehre als die *mechanische Erklärung der organischen Formerscheinungen*, oder als „die Lehre von den wahren Ursachen in der organischen Natur" bezeichnen.

Da ich nicht voraussetzen kann, daß Ihnen Allen die Ausdrücke „*organische und anorganische Natur*" geläufig sind, und da uns die Gegenüberstellung dieser beiderlei Naturkörper in der Folge noch vielfach beschäftigen wird, so muß ich ein paar Worte zur Verständigung darüber vorausschicken. *Organismen oder organische Naturkörper* nennen wir alle *Lebewesen* oder belebten Körper, also alle Pflanzen und Thiere, den Menschen mit inbegriffen, weil bei ihnen fast immer eine Zusammensetzung aus verschiedenartigen Theilen (Werkzeugen oder „Organen") nachzuweisen ist, welche zusammenwirken, um die Lebenserscheinungen hervorzubringen. Eine solche Zusammensetzung vermissen wir dagegen bei den *Anorganen oder anorganischen Naturkörpern*, den sogenannten todten oder unbelebten Körpern, den Mineralien oder Gesteinen, dem Wasser, der atmosphärischen Luft u. s. w. Die Organismen enthalten stets eiweißartige Kohlenstoffverbindungen in festflüssigem Aggregatzustande, während diese den Anorganen stets fehlen. Auf diesem wichtigen Unterschiede beruht die Eintheilung der gesammten Naturwissenschaft in zwei große Hauptabtheilungen, die *Biologie* oder Wissenschaft von den Organismen (Zoologie und Botanik), und die *Anorganologie* oder Wissenschaft von den Anorganen (Mineralogie, Geologie, Meteorologie u. s. w.).

Der unschätzbare Werth der Abstammungslehre für die Biologie liegt also, wie bemerkt, darin, daß sie uns die Entstehung der organischen Formen auf mechanischem Wege erklärt, und deren wirkende Ursachen nachweist. So hoch man aber auch mit Recht dieses Verdienst der Descendenztheorie anschlagen mag, so tritt dasselbe doch fast zurück vor der unermeßlichen Bedeutung, welche eine einzige nothwendige Folgerung derselben für sich allein in Anspruch nimmt. Diese nothwendige und unvermeidliche Folgerung ist die Lehre von der thierischen Abstammung des Menschengeschlechts.

Die Bestimmung der Stellung des Menschen in der Natur und seiner Beziehungen zur Gesammtheit der Dinge, diese Frage aller Fragen für die Menschheit, wie sie Huxley[26]) mit Recht nennt, wird durch jene Erkenntniß der thierischen Abstammung des Menschengeschlechts endgültig gelöst. Wir gelangen also in Folge der von Darwin reformirten Descendenztheorie zum ersten Male in die Lage, eine natürliche Entwickelungsgeschichte des Menschengeschlechts wissenschaftlich begründen zu können. Sowohl alle Vertheidiger, als alle denkenden Gegner Darwins haben anerkannt, daß die Abstammung des Menschengeschlechts zunächst von affenartigen Säugethieren, weiterhin aber von niederen Wirbelthieren, mit Nothwendigkeit aus seiner Theorie folgt.

Allerdings hat Darwin diese wichtigste von allen Folgerungen seiner Lehre nicht sofort selbst ausgesprochen. In seinem Werke „von der Entstehung der Arten" findet sich kein Wort von der thierischen Abstammung des Menschen. Der eben so vorsichtige als kühne Naturforscher ging damals absichtlich mit Stillschweigen darüber hinweg, weil er voraussah, daß dieser bedeutendste von allen Folgeschlüssen der Abstammungslehre zugleich das bedeutendste Hinderniß für die Verbreitung und Anerkennung derselben sein werde. Gewiß hätte Darwins Buch von Anfang an noch weit mehr Widerspruch und Aergerniß erregt, wenn sogleich diese wichtigste Konsequenz darin klar ausgesprochen worden wäre. Erst zwölf Jahre später, in dem 1871 erschienenen Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche

Zuchtwahl"[48]) hat Darwin jenen weitreichendsten Folgeschluß offen anerkannt und ausdrücklich seine volle Uebereinstimmung mit den Naturforschern erklärt, welche denselben inzwischen schon selbst gezogen hatten. Offenbar ist die Tragweite dieser Folgerung ganz unermeßlich, und keine Wissenschaft wird sich den Konsequenzen derselben entziehen können. Die Anthropologie oder die Wissenschaft vom Menschen, und in Folge dessen auch die ganze Philosophie wird in allen einzelnen Zweigen dadurch von Grund aus umgestaltet.

Es wird erst die spätere Aufgabe meiner Vorträge sein, diesen besonderen Punkt zu erörtern. Ich werde die Lehre von der thierischen Abstammung des Menschen erst behandeln, nachdem ich Ihnen Darwins Theorie in ihrer allgemeinen Begründung und Bedeutung vorgetragen habe. Um es mit einem Worte auszudrücken, so ist jene äußerst bedeutende, aber die meisten Menschen von vorn herein abstoßende Folgerung nichts weiter als ein besonderer Deduktionsschluß, den wir aus dem sicher begründeten allgemeinen Induktionsgesetze der Descendenztheorie nach den strengen Geboten der unerbittlichen Logik nothwendig ziehen müssen.

Vielleicht ist nichts geeigneter, Ihnen die ganze und volle Bedeutung der Abstammungslehre mit zwei Worten klar zu machen, als die Bezeichnung derselben mit dem Ausdruck: „Natürliche Schöpfungsgeschichte". Ich habe daher auch selbst diese Bezeichnung für die folgenden Vorträge gewählt. Jedoch ist dieselbe nur in einem gewissen Sinne richtig, und es ist zu berücksichtigen, daß, streng genommen, der Ausdruck „natürliche Schöpfungsgeschichte" einen inneren Widerspruch, eine „Contradictio in adjecto" einschließt.

Lassen Sie uns, um dies zu verstehen, einen Augenblick den Begriff der Schöpfung etwas näher ins Auge fassen. Wenn man unter Schöpfung die Entstehung eines Körpers durch eine schaffende Gewalt oder Kraft versteht, so kann man dabei entweder an die Entstehung seines Stoffes (der körperlichen Materie) oder an die Entstehung seiner Form (der körperlichen Gestalt) denken.

Die Schöpfung im ersteren Sinne, als die Entstehung der Materie, geht uns hier gar nichts an. Dieser Vorgang, wenn er überhaupt jemals stattgefunden hat, ist gänzlich der menschlichen Erkenntniß entzogen, und kann daher auch niemals Gegenstand naturwissenschaftlicher Erforschung sein. Die Naturwissenschaft hält die Materie für ewig und unvergänglich, weil durch die Erfahrung noch niemals das Entstehen oder Vergehen auch nur des kleinsten Theilchens der Materie nachgewiesen worden ist. Da wo ein Naturkörper zu verschwinden scheint, wie z. B. beim Verbrennen, beim Verwesen, beim Verdunsten u. s. w., da ändert er nur seine Form, seinen physikalischen Aggregatzustand oder seine chemische Verbindungsweise. Ebenso beruht das Entstehen eines neuen Naturkörpers, z. B. eines Krystalles, eines Pilzes, eines Infusoriums, nur darauf, daß verschiedene Stofftheilchen, welche vorher in einer gewissen Form oder Verbindungsweise existirten, in Folge von veränderten Existenz-Bedingungen eine neue Form oder Verbindungsweise annehmen. Aber noch niemals ist ein Fall beobachtet worden, daß auch nur das kleinste Stofftheilchen aus der Welt verschwunden, oder nur ein Atom zu der bereits vorhandenen Masse hinzugekommen ist. Der Naturforscher kann sich daher ein Entstehen der Materie ebenso wenig als ein Vergehen derselben vorstellen, und betrachtet deshalb die in der Welt bestehende Quantität der Materie als eine gegebene Thatsache. Fühlt Jemand das Bedürfniß, sich die Entstehung dieser Materie als die Wirkung einer übernatürlichen Schöpfungsthätigkeit, einer außerhalb der Materie stehenden schöpferischen Kraft vorzustellen, so haben wir nichts dagegen. Aber wir müssen bemerken, daß damit auch nicht das Geringste für eine wissenschaftliche Naturerkenntniß gewonnen ist. Eine solche Vorstellung von einer immateriellen Kraft, welche die Materie erst schafft, ist ein Glaubensartikel, welcher mit der menschlichen Wissenschaft gar nichts zu thun hat. Wo der Glaube anfängt, hört die Wissenschaft auf. Beide Thätigkeiten des menschlichen Geistes sind scharf von einander zu halten. Der Glaube hat seinen Ursprung in der dichtenden Einbildungskraft, das Wissen

dagegen in dem erkennenden Verstande des Menschen. Die Wissenschaft hat die segenbringenden Früchte von dem Baume der Erkenntniß zu pflücken, unbekümmert darum, ob diese Eroberungen die dichterischen Einbildungen der Glaubenschaft beeinträchtigen oder nicht.

Wenn also die Naturwissenschaft sich die „natürliche Schöpfungsgeschichte" zu ihrer höchsten, schwersten und lohnendsten Aufgabe macht, so kann sie den Begriff der Schöpfung nur in der zweiten, oben angeführten Bedeutung verstehen, als die Entstehung der Form der Naturkörper. In dieser Beziehung kann man die Geologie, welche die Entstehung der geformten anorganischen Erdoberfläche und die mannichfaltigen geschichtlichen Veränderungen in der Gestalt der festen Erdrinde zu erforschen strebt, die Schöpfungsgeschichte der Erde nennen. Ebenso kann man die Entwickelungsgeschichte der Thiere und Pflanzen, welche die Entstehung der belebten Formen, und den mannichfaltigen historischen Wechsel der thierischen und pflanzlichen Gestalten untersucht, die Schöpfungsgeschichte der Organismen nennen. Da jedoch leicht in den Begriff der Schöpfung, auch wenn er in diesem Sinne gebraucht wird, sich die unwissenschaftliche Vorstellung von einem außerhalb der Materie stehenden und dieselbe umbildenden Schöpfer einschleicht, so wird es in Zukunft wohl besser sein, denselben durch die strengere Bezeichnung der Entwickelung zu ersetzen.

Der hohe Werth, welchen die Entwickelungsgeschichte für das wissenschaftliche Verständniß der Thier- und Pflanzenformen besitzt, ist jetzt seit mehreren Jahrzehnten so allgemein anerkannt, daß man ohne sie keinen sicheren Schritt in der organischen Morphologie oder Formenlehre thun kann. Jedoch hat man fast immer unter Entwickelungsgeschichte nur einen Theil dieser Wissenschaft, nämlich diejenige der organischen Individuen oder Einzelwesen verstanden, welche gewöhnlich Embryologie, richtiger und umfassender aber Ontogenie genannt wird. Außer dieser giebt es aber auch noch eine Entwickelungsgeschichte der organischen Arten, Klassen und Stämme (Phylen), welche zu der ersteren in den wichtigsten Beziehungen steht. Das Material dafür liefert uns die Versteinerungskunde oder Paläonto-

logie, welche uns zeigt, daß jeder Stamm (Phylum) von Thieren und Pflanzen während der verschiedenen Perioden der Erdgeschichte durch eine Reihe von ganz verschiedenen Klassen und Arten vertreten war. So war z. B. der Stamm der Wirbelthiere durch die Klassen der Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere vertreten, und jede dieser Klassen zu verschiedenen Zeiten durch ganz verschiedene Arten. Diese paläontologische Entwickelungsgeschichte der Organismen, welche man als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichnen kann, steht in den wichtigsten und merkwürdigsten Beziehungen zu dem andern Zweige der organischen Entwickelungsgeschichte, derjenigen der Individuen oder der Ontogenie. Die letztere läuft der ersteren im Großen und Ganzen parallel. Um es kurz mit einem Satze zu sagen, so ist die individuelle Entwickelungsgeschichte oder die Ontogenie eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung oder Rekapitulation der paläontologischen Entwickelungsgeschichte oder der Phylogenie.

Da ich Ihnen diese höchst interessante und bedeutsame Thatsache später noch ausführlicher zu erläutern habe, so will ich mich hier nicht dabei weiter aufhalten, und nur hervorheben, daß dieselbe einzig und allein durch die Abstammungslehre erklärt und in ihren Ursachen verstanden wird, während sie ohne dieselbe gänzlich unverständlich und unerklärlich bleibt. Die Descendenztheorie zeigt uns dabei zugleich, warum überhaupt die einzelnen Thiere und Pflanzen sich entwickeln müssen, warum dieselben nicht gleich in fertiger und entwickelter Form ins Leben treten. Keine übernatürliche Schöpfungsgeschichte vermag uns das große Räthsel der organischen Entwickelung irgendwie zu erklären. Ebenso wie auf diese hochwichtige Frage giebt uns die Descendenztheorie auch auf alle anderen allgemeinen biologischen Fragen vollkommen befriedigende Antworten, und zwar immer Antworten, welche rein mechanisch-causaler Natur sind, welche lediglich natürliche, physikalisch-chemische Kräfte als die Ursachen von Erscheinungen nachweisen, die man früher gewohnt war, der unmittelbaren Einwirkung übernatürlicher, schöpferischer Kräfte zuzuschreiben. Mithin wird durch

unſere Theorie aus allen Gebietstheilen der Botanik und Zoologie, und namentlich auch aus dem wichtigſten Theile der letzteren, aus der Anthropologie, der myſtiſche Schleier des Wunderbaren und Uebernatürlichen entfernt, mit welchem man bisher die verwickelten Erſcheinungen dieſer natürlichen Erkenntniß-Gebiete zu verhüllen liebte. Das unklare Nebelbild mythologiſcher Dichtung kann vor dem klaren Sonnenlichte naturwiſſenſchaftlicher Erkenntniß nicht länger beſtehen.

Von ganz beſonderem Intereſſe ſind unter jenen allgemeinen biologiſchen Phänomenen diejenigen, welche zur Widerlegung der gewöhnlichen Annahme dienen, daß jeder Organismus das Produkt einer zweckmäßig bauenden Schöpferkraft ſei. Nichts hat in dieſer Beziehung der früheren Naturforſchung ſo große Schwierigkeiten verurſacht, als die Deutung der ſogenannten „rudimentären Organe", derjenigen Theile im Thier- und Pflanzenkörper, welche eigentlich ohne Leiſtung, ohne phyſiologiſche Bedeutung, und dennoch formell vorhanden ſind. Dieſe Theile verdienen das allerhöchſte Intereſſe, obwohl ſie den meiſten Laien gar nicht oder nur wenig bekannt ſind. Faſt jeder Organismus, faſt jedes Thier und jede Pflanze, beſitzt neben den ſcheinbar zweckmäßigen Einrichtungen ſeiner Organiſation andere Einrichtungen, deren Zweck durchaus nicht einzuſehen iſt.

Beiſpiele davon finden ſich überall. Bei den Embryonen mancher Wiederkäuer, unter Andern bei unſerem gewöhnlichen Rindvieh, ſtehen Schneidezähne im Zwiſchenkiefer der oberen Kinnlade, welche niemals zum Durchbruch gelangen, alſo auch keinen Zweck haben. Die Embryonen mancher Walfiſche, welche ſpäterhin die bekannten Barten ſtatt der Zähne beſitzen, tragen, ſo lange ſie noch nicht geboren ſind und keine Nahrung zu ſich nehmen, dennoch Zähne in ihren Kiefern; auch dieſes Gebiß tritt niemals in Thätigkeit. Ferner beſitzen die meiſten höheren Thiere Muskeln, die nie zur Anwendung kommen; ſelbſt der Menſch beſitzt ſolche rudimentäre Muskeln. Die Meiſten von uns ſind nicht fähig, ihre Ohren willkürlich zu bewegen, obwohl die Muskeln für dieſe Bewegung vorhanden ſind, und obwohl es einzelnen Perſonen, die ſich andauernd Mühe geben, dieſe Muskeln zu

üben, in der That gelingt, ihre Ohren zu bewegen. In diesen noch jetzt vorhandenen, aber verkümmerten Organen, welche dem vollständigen Verschwinden entgegen gehen, ist es noch möglich, durch besondere Uebung, durch andauernden Einfluß der Willensthätigkeit des Nervensystems, die beinah erloschene Thätigkeit wieder zu beleben. Dagegen vermögen wir dies nicht mehr in den kleinen rudimentären Ohrmuskeln, welche noch am Knorpel unserer Ohrmuschel vorkommen, aber immer völlig wirkungslos sind. Bei unseren langöhrigen Vorfahren aus der Tertiärzeit, Affen, Halbaffen und Beutelthieren, welche gleich den meisten anderen Säugethieren ihre große Ohrmuschel frei und lebhaft bewegten, waren jene Muskeln viel stärker entwickelt und von großer Bedeutung. So haben in gleicher Weise auch viele Spielarten der Hunde und Kaninchen, deren wilde Vorfahren ihre steifen Ohren vielseitig bewegten, unter dem Einflusse des Kulturlebens sich jenes „Ohrenspitzen" abgewöhnt, und dadurch verkümmerte Ohrmuskeln und schlaff herabhängende Ohren bekommen.

Auch noch an anderen Stellen seines Körpers besitzt der Mensch solche rudimentäre Organe, welche durchaus von keiner Bedeutung für das Leben sind und niemals funktioniren. Eines der merkwürdigsten, obwohl unscheinbarsten Organe der Art ist die kleine halbmondförmige Falte, welche wir am inneren Winkel unseres Auges, nahe der Nasenwurzel besitzen, die sogenannte „Plica semilunaris". Diese unbedeutende Hautfalte, die für unser Auge gar keinen Nutzen bietet, ist der ganz verkümmerte Rest eines dritten, inneren Augenlides, welches neben dem oberen und unteren Augenlide bei anderen Säugethieren, bei Vögeln und Reptilien sehr entwickelt ist. Ja sogar schon unsere uralten Vorfahren aus der Silurzeit, die Urfische, scheinen dies dritte Augenlid, die sogenannte Nickhaut, besessen zu haben. Denn viele von ihren nächsten Verwandten, die in wenig veränderter Form noch heute fortleben, viele Haifische nämlich, besitzen eine sehr starke Nickhaut, die vom inneren Augenwinkel her über den ganzen Augapfel hinüber gezogen werden kann.

Zu den ſchlagendſten Beiſpielen von rudimentären Organen gehören die Augen, welche nicht ſehen. Solche finden ſich bei ſehr vielen Thieren, welche im Dunkeln, z. B. in Höhlen, unter der Erde leben. Die Augen ſind hier oft wirklich in ausgebildetem Zuſtande vorhanden; aber ſie ſind von der Haut bedeckt, ſo daß kein Lichtſtrahl in ſie hineinfallen kann, und ſie alſo auch niemals ſehen können. Solche Augen ohne Geſichtsfunktion beſitzen z. B. mehrere Arten von unterirdiſch lebenden Maulwürfen und Blindmäuſen, von Schlangen und Eidechſen, von Amphibien (Proteus, Caecilia) und von Fiſchen; ferner zahlreiche wirbelloſe Thiere, die im Dunkeln ihr Leben zubringen: viele Käfer, Krebsthiere, Schnecken, Würmer u. ſ. w.

Eine Fülle der intereſſanteſten Beiſpiele von rudimentären Organen liefert die vergleichende Oſteologie oder Skeletlehre der Wirbelthiere, einer der anziehendſten Zweige der vergleichenden Anatomie. Bei den allermeiſten Wirbelthieren finden wir zwei Paar Gliedmaaßen am Rumpf, ein Paar Vorderbeine und ein Paar Hinterbeine. Sehr häufig iſt jedoch das eine oder das andere Paar derſelben verkümmert, ſeltener beide, wie bei den Schlangen und einigen aalartigen Fiſchen. Aber einige Schlangen, z. B. die Rieſenſchlangen (Boa, Python) haben hinten noch einige unnütze Knochenſtückchen im Leibe, welche die Reſte der verloren gegangenen Hinterbeine ſind. Ebenſo haben die walfiſchartigen Säugethiere (Cetaceen), welche nur entwickelte Vorderbeine (Bruſtfloſſen) beſitzen, hinten im Fleiſche noch ein Paar ganz überflüſſige Knochen, welche ebenfalls Ueberbleibſel der verkümmerten Hinterbeine darſtellen. Daſſelbe gilt von vielen echten Fiſchen, bei denen in gleicher Weiſe die Hinterbeine (Bauchfloſſen) verloren gegangen ſind. Umgekehrt beſitzen unſere Blindſchleichen (Anguis) und einige andere Eidechſen inwendig ein vollſtändiges Schultergerüſte, obwohl die Vorderbeine, zu deren Befeſtigung daſſelbe dient, nicht mehr vorhanden ſind. Ferner finden ſich bei verſchiedenen Wirbelthieren die einzelnen Knochen der beiden Beinpaare in allen verſchiedenen Stufen der Verkümmerung, und oft die rückgebildeten Knochen und die zugehörigen Muskeln ſtückweiſe erhalten, ohne doch irgendwie eine Verrichtung

ausführen zu können. Das Instrument ist noch da, aber es kann nicht mehr spielen.

Fast ganz allgemein finden Sie ferner rudimentäre Organe in den Pflanzenblüthen vor, indem der eine oder der andere Theil der männlichen Fortpflanzungsorgane (der Staubfäden und Staubbeutel), oder der weiblichen Fortpflanzungsorgane (Griffel, Fruchtknoten u. s. w.) mehr oder weniger verkümmert oder „fehlgeschlagen" (abortirt) ist. Auch hier können Sie bei verschiedenen, nahe verwandten Pflanzenarten das Organ in allen Graden der Rückbildung verfolgen. So z. B. ist die große natürliche Familie der lippenblüthigen Pflanzen (Labiaten), zu welcher Melisse, Pfefferminze, Majoran, Gundelrebe, Thymian u. s. w. gehören, dadurch ausgezeichnet, daß die rachenförmige zweilippige Blumenkrone zwei lange und zwei kurze Staubfäden enthält. Allein bei vielen einzelnen Pflanzen dieser Familie, z. B. bei verschiedenen Salbeiarten und beim Rosmarin, ist nur das eine Paar der Staubfäden ausgebildet, und das andere Paar ist mehr oder weniger verkümmert, oft ganz verschwunden. Bisweilen sind die Staubfäden vorhanden, aber ohne Staubbeutel, so daß sie ganz unnütz sind. Seltener aber findet sich sogar noch das Rudiment oder der verkümmerte Rest eines fünften Staubfadens, ein physiologisch (für die Lebensverrichtung) ganz nutzloses, aber morphologisch (für die Erkenntniß der Form und der natürlichen Verwandtschaft) äußerst werthvolles Organ. In meiner generellen Morphologie der Organismen[4]) habe ich in dem Abschnitt von der „Unzweckmäßigkeitslehre oder Dysteleologie", noch eine große Anzahl von anderen Beispielen angeführt (Gen. Morph. II, 266).

Keine biologische Erscheinung hat wohl jemals die Zoologen und Botaniker in größere Verlegenheit versetzt als diese rudimentären oder abortiven (verkümmerten) Organe. Es sind Werkzeuge außer Dienst, Körpertheile, welche da sind, ohne etwas zu leisten, zweckmäßig eingerichtet, ohne ihren Zweck in Wirklichkeit zu erfüllen. Wenn man die Versuche betrachtet, welche die früheren Naturforscher zur Erklärung dieses Räthsels machten, kann man sich in der That kaum eines

Lächelns über die seltsamen Vorstellungen, zu denen sie geführt wurden, erwehren. Außer Stande, eine wirkliche Erklärung zu finden, kam man z. B. zu dem Endresultate, daß der Schöpfer „der Symmetrie wegen" diese Organe angelegt habe; oder man nahm an, es sei dem Schöpfer unpassend oder unanständig erschienen, daß diese Organe bei denjenigen Organismen, bei denen sie nicht leistungsfähig sind und ihrer ganzen Lebensweise nach nicht sein können, völlig fehlten, während die nächsten Verwandten sie besäßen, und zum Ersatz für die mangelnde Funktion habe er ihnen wenigstens die äußere Ausstattung der leeren Form verliehen; ungefähr so, wie die uniformirten Civilbeamten bei Hofe mit einem unschuldigen Degen ausgestattet sind, den sie niemals aus der Scheide ziehen. Ich glaube aber kaum, daß Sie von einer solchen Erklärung befriedigt sein werden.

Nun wird gerade diese allgemein verbreitete und räthselhafte Erscheinung der rudimentären Organe, an welcher alle übrigen Erklärungsversuche scheitern, vollkommen erklärt, und zwar in der einfachsten und einleuchtendsten Weise erklärt durch Darwins Theorie von der Vererbung und von der Anpassung. Wir können die wichtigen Gesetze der Vererbung und Anpassung an den Hausthieren und Kulturpflanzen, welche wir künstlich züchten, empirisch verfolgen, und es ist bereits eine Reihe solcher Gesetze festgestellt worden. Ohne jetzt auf diese einzugehen, will ich nur vorausschicken, daß einige davon auf mechanischem Wege die Entstehung der rudimentären Organe vollkommen erklären, so daß wir das Auftreten derselben als einen ganz natürlichen Prozeß ansehen müssen, bedingt durch den Nichtgebrauch der Organe. Durch Anpassung an besondere Lebensbedingungen sind die früher thätigen und wirklich arbeitenden Organe allmählich nicht mehr gebraucht worden und außer Dienst getreten. In Folge der mangelnden Uebung sind sie mehr und mehr verkümmert, trotzdem aber immer noch durch Vererbung von einer Generation auf die andere übertragen worden, bis sie endlich größtentheils oder ganz verschwanden. Wenn wir nun annehmen, daß alle oben angeführten Wirbelthiere von einem

einzigen gemeinſamen Stammvater abſtammen, welcher zwei ſehende Augen und zwei wohl entwickelte Beinpaare beſaß, ſo erklärt ſich ganz einfach der verſchiedene Grad der Verkümmerung und Rückbildung dieſer Organe bei ſolchen Nachkommen deſſelben, welche dieſe Theile nicht mehr gebrauchen konnten. Ebenſo erklärt ſich vollſtändig der verſchiedene Ausbildungsgrad der urſprünglich (in der Blüthenknospe) angelegten fünf Staubfäden bei den Labiaten, wenn wir annehmen, daß alle Pflanzen dieſer Familie von einem gemeinſamen, mit fünf Staubfäden ausgeſtatteten Stammvater abſtammen.

Ich habe Ihnen die Erſcheinung der rudimentären Organe ſchon jetzt etwas ausführlicher vorgeführt, weil dieſelbe von der allergrößten allgemeinen Bedeutung iſt, und weil ſie uns auf die großen, allgemeinen, tiefliegenden Grundfragen der Philoſophie und der Naturwiſſenſchaft hinführt, für deren Löſung die Deſcendenz-Theorie nunmehr der unentbehrliche Leitſtern geworden iſt. Sobald wir nämlich, dieſer Theorie entſprechend, die ausſchließliche Wirkſamkeit phyſikaliſch-chemiſcher Urſachen ebenſo in der lebenden (organiſchen) Körperwelt, wie in der ſogenannten lebloſen (anorganiſchen) Natur anerkennen, ſo räumen wir damit jener Weltanſchauung die ausſchließliche Herrſchaft ein, welche man mit dem Namen der *mechaniſchen* bezeichnen kann, und welche gegenüberſteht der *teleologiſchen* Auffaſſung. Wenn Sie alle Weltanſchauungsformen der verſchiedenen Völker und Zeiten mit einander vergleichend zuſammenſtellen, können Sie dieſelben ſchließlich alle in zwei ſchroff gegenüberſtehende Gruppen bringen: eine *cauſale oder mechaniſche* und eine *teleologiſche oder vitaliſtiſche*. Die letztere war in der Biologie bisher allgemein herrſchend. Man ſah danach das Thierreich und das Pflanzenreich als Produkte einer zweckmäßig wirkſamen, ſchöpferiſchen Thätigkeit an. Bei dem Anblick jedes Organismus ſchien ſich zunächſt unabweislich die Ueberzeugung aufzudrängen, daß eine ſo künſtliche Maſchine, ein ſo verwickelter Bewegungs-Apparat, wie es der Organismus iſt, nur hervorgebracht werden könne durch eine Thätigkeit, welche analog, obwohl unendlich viel vollkommener iſt, als die Thätigkeit des Menſchen

bei der Konſtruktion ſeiner Maſchinen. Wie erhaben man auch die früheren Vorſtellungen des Schöpfers und ſeiner ſchöpferiſchen Thätigkeit faſſen, wie ſehr man ſie aller menſchlichen Analogie entkleiden mag, ſo bleibt doch im letzten Grunde bei der teleologiſchen Naturauffaſſung dieſe Analogie unabweislich und nothwendig. Man muß ſich im Grunde dann immer den Schöpfer ſelbſt als einen Organismus vorſtellen, als ein Weſen, welches, analog dem Menſchen, wenn auch in unendlich vollkommnerer Form, über ſeine bildende Thätigkeit nachdenkt, den Plan der Maſchinen entwirft, und dann mittelſt Anwendung geeigneter Materialien dieſe Maſchinen zweckentſprechend ausführt. Alle dieſe Vorſtellungen leiden nothwendig an der Grundſchwäche des Anthropomorphismus oder der Vermenſchlichung. Es werden dabei, wie hoch man ſich auch den Schöpfer vorſtellen mag, demſelben die menſchlichen Attribute beigelegt, einen Plan zu entwerfen und danach den Organismus zweckmäßig zu konſtruiren. Das wird auch von derjenigen Anſchauung, welche Darwins Lehre am ſchroffſten gegenüber ſteht, und welche unter den Naturforſchern ihren bedeutendſten Vertreter in Agaſſiz gefunden hat, ganz klar ausgeſprochen. Das berühmte Werk (Essay on classification) von Agaſſiz[5]), welches dem Darwinſchen Werke vollkommen entgegengeſetzt iſt, und faſt gleichzeitig erſchien, hat ganz folgerichtig jene abſurden anthropomorphiſchen Vorſtellungen vom Schöpfer bis zum höchſten Grade ausgebildet.

Was nun jene vielgerühmte Zweckmäßigkeit in der Natur betrifft, ſo iſt ſie überhaupt nur für denjenigen vorhanden, welcher die Erſcheinungen im Thier- und Pflanzenleben durchaus oberflächlich betrachtet. Schon jene rudimentären Organe mußten dieſer Lehre einen harten Stoß verſetzen. Jeder aber, der tiefer in die Organiſation und Lebensweiſe der verſchiedenen Thiere und Pflanzen eindringt, der ſich mit der Wechſelwirkung der Lebenserſcheinungen und der ſogenannten „Oekonomie der Natur" vertrauter macht, kommt nothwendig zu der Anſchauung, daß dieſe Zweckmäßigkeit nicht exiſtirt, ſo wenig als etwa die vielgerühmte Allgüte des Schöpfers. Dieſe

optimistischen Anschauungen haben leider eben so wenig reale Begründung, als die beliebte Redensart von der „sittlichen Weltordnung", welche durch die ganze Völkergeschichte in ironischer Weise illustrirt wird. Im Mittelalter ist dafür die Herrschaft der „sittlichen" Päpste und ihrer frommen Inquisition nicht weniger bezeichnend, als in der Gegenwart der herrschende Militarismus mit seinem „sittlichen" Apparate von Zündnadeln und anderen raffinirten Mordwaffen.

Wenn Sie das Zusammenleben und die gegenseitigen Beziehungen der Pflanzen und der Thiere (mit Inbegriff der Menschen) näher betrachten, so finden Sie überall und zu jeder Zeit das Gegentheil von jenem gemüthlichen und friedlichen Beisammensein, welches die Güte des Schöpfers den Geschöpfen hätte bereiten müssen; vielmehr finden Sie überall einen schonungslosen, höchst erbitterten Kampf Aller gegen Alle. Nirgends in der Natur, wohin Sie auch Ihre Blicke lenken mögen, ist jener idyllische, von den Dichtern besungene Friede vorhanden, — vielmehr überall Kampf, Streben nach Vernichtung des Nächsten und nach Vernichtung der direkten Gegner. Leidenschaft und Selbstsucht, bewußt oder unbewußt, ist überall die Triebfeder des Lebens. Das bekannte Dichterwort:

„Die Natur ist vollkommen überall,
Wo der Mensch nicht hinkommt mit seiner Qual"

ist schön, aber leider nicht wahr. Vielmehr bildet auch in dieser Beziehung der Mensch keine Ausnahme von der übrigen Thierwelt. Die Betrachtungen, welche wir bei der Lehre vom „Kampf ums Dasein" anzustellen haben, werden diese Behauptung zur Genüge rechtfertigen. Es war auch Darwin, welcher gerade diesen wichtigen Punkt in seiner hohen und allgemeinen Bedeutung recht klar vor Augen stellte, und derjenige Abschnitt seiner Lehre, welchen er selbst den „Kampf ums Dasein" nennt, ist einer der wichtigsten Theile derselben.

Wenn wir also jener vitalistischen oder teleologischen Betrachtung der lebendigen Natur, welche die Thier- und Pflanzenformen als Produkte eines gütigen und zweckmäßig thätigen Schöpfers oder einer

zweckmäßig thätigen schöpferischen Naturkraft ansieht, durchaus entgegenzutreten gezwungen sind, so müssen wir uns entschieden jene Weltanschauung aneignen, welche man die mechanische oder causale nennt. Man kann sie auch als die monistische oder einheitliche bezeichnen, im Gegensatz zu der zwiespältigen oder dualistischen Anschauung, welche in jener teleologischen Weltauffassung nothwendig enthalten ist. Die mechanische Naturbetrachtung ist seit Jahrzehnten auf gewissen Gebieten der Naturwissenschaft so sehr eingebürgert, daß hier über die entgegengesetzte kein Wort mehr verloren wird. Es fällt keinem Physiker oder Chemiker, keinem Mineralogen oder Astronomen mehr ein, in den Erscheinungen, welche ihm auf seinem wissenschaftlichen Gebiete fortwährend vor Augen kommen, die Wirksamkeit eines zweckmäßig thätigen Schöpfers zu erblicken oder aufzusuchen. Man betrachtet die Erscheinungen, welche auf jenen Gebieten zu Tage treten, allgemein und ohne Widerspruch als die nothwendigen und unabänderlichen Wirkungen der physikalischen und chemischen Kräfte, welche an dem Stoffe oder der Materie haften, und insofern ist diese Anschauung rein materialistisch, in einem gewissen Sinne dieses vieldeutigen Wortes. Wenn der Physiker die Bewegungserscheinungen der Elektricität oder des Magnetismus, den Fall eines schweren Körpers oder die Schwingungen der Lichtwellen verfolgt, so ist er bei dieser Arbeit durchaus davon entfernt, das Eingreifen einer übernatürlichen schöpferischen Kraft anzunehmen. In dieser Beziehung befand sich bisher die Biologie, als die Wissenschaft von den sogenannten „belebten" Naturkörpern, in großem Gegensatz zu jenen vorher genannten anorganischen Naturwissenschaften (der Anorganologie). Zwar hat die neuere Physiologie, die Lehre von den Bewegungserscheinungen im Thier- und Pflanzenkörper, den mechanischen Standpunkt der letzteren vollkommen angenommen; allein die Morphologie, die Wissenschaft von den Formen der Thiere und der Pflanzen, schien dadurch gar nicht berührt zu werden. Die Morphologen behandelten nach wie vor, und größtentheils noch heutzutage, im Gegensatz zu jener mechanischen Betrachtung der Leistungen, die

Formen der Thiere und Pflanzen als etwas, was durchaus nicht mechanisch erklärbar sei, was nothwendig einer höheren, übernatürlichen, zweckmäßig thätigen Schöpferkraft seinen Ursprung verdanken müsse. Dabei war es ganz gleichgültig, ob man diese Schöpferkraft als persönlichen Gott anbetete, oder ob man sie Lebenskraft (vis vitalis) oder Endursache (causa finalis) nannte. In allen Fällen flüchtete man hier, um es mit einem Worte zu sagen, zum Wunder als der Erklärung. Man warf sich einer Glaubensdichtung in die Arme, welche als solche auf dem Gebiete naturwissenschaftlicher Erkenntniß durchaus keine Geltung haben kann.

Alles nun, was vor Darwin geschehen ist, um eine natürliche mechanische Auffassung von der Entstehung der Thier- und Pflanzenformen zu begründen, vermochte diese nicht zum Durchbruch und zu allgemeiner Anerkennung zu bringen. Dies gelang erst Darwins Lehre, und hierin liegt ein unermeßliches Verdienst derselben. Denn es wird dadurch die Ansicht von der Einheit der organischen und der anorganischen Natur fest begründet; und derjenige Theil der Naturwissenschaft, welcher bisher am längsten und am hartnäckigsten sich einer mechanischen Auffassung und Erklärung widersetzte, die Lehre vom Bau der lebendigen Formen, von der Bedeutung und dem Entstehen derselben, wird dadurch mit allen übrigen naturwissenschaftlichen Lehren auf einen und denselben Weg der Vollendung geführt. Es wird die Einheit aller Naturerscheinungen dadurch endgültig festgestellt.

Diese Einheit der ganzen Natur, die Beseelung aller Materie, die Untrennbarkeit der geistigen Kraft und des körperlichen Stoffes hat Goethe mit den Worten behauptet: „die Materie kann nie ohne Geist, der Geist nie ohne Materie existiren und wirksam sein". Von den großen monistischen Philosophen aller Zeiten sind diese obersten Grundsätze der mechanischen Weltanschauung vertreten worden. Schon Demokritus von Abdera, der unsterbliche Begründer der Atomenlehre, sprach dieselben fast ein halbes Jahrtausend vor Christus klar aus, ganz vorzüglich aber der große Dominikanermönch Giordano

Bruno. Dieser wurde dafür am 17. Februar 1600 in Rom von der christlichen Inquisition auf dem Scheiterhaufen verbrannt, an demselben Tage, an welchem 36 Jahre früher sein großer Landsmann und Kampfesgenosse Galilei geboren wurde. Solche Männer, die für eine große Idee leben und sterben, pflegt man als „Materialisten" zu verketzern, ihre Gegner aber, deren Beweisgründe Tortur und Scheiterhaufen sind, als „Spiritualisten" zu preisen.

Durch die Descendenztheorie wird es uns zum erstenmal möglich, die monistische Lehre von der Einheit der Natur so zu begründen, daß eine mechanisch-causale Erklärung auch der verwickeltsten organischen Erscheinungen z. B. der Entstehung und Einrichtung der Sinnesorgane, in der That nicht mehr Schwierigkeiten für das allgemeine Verständniß hat, als die mechanische Erklärung irgend eines physikalischen Prozesses, wie es z. B. die Erdbeben, die Richtungen des Windes oder die Strömungen des Meeres sind. Wir gelangen dadurch zu der äußerst wichtigen Ueberzeugung, daß alle Naturkörper, die wir kennen, gleichmäßig belebt sind, daß der Gegensatz, welchen man zwischen lebendiger und todter Körperwelt aufstellte, in Wahrheit nicht existirt. Wenn ein Stein, frei in die Luft geworfen, nach bestimmten Gesetzen zur Erde fällt, oder wenn in einer Salzlösung sich ein Krystall bildet, so ist diese Erscheinung nicht mehr und nicht minder eine mechanische Lebenserscheinung, als das Wachsthum oder das Blühen der Pflanzen, als die Fortpflanzung oder die Sinnesthätigkeit der Thiere, als die Empfindung oder die Gedankenbildung des Menschen. In dieser Herstellung der einheitlichen oder monistischen Naturauffassung liegt das höchste und allgemeinste Verdienst der von Darwin reformirten Abstammungslehre.

# Zweiter Vortrag.

## Wissenschaftliche Berechtigung der Descendenztheorie. Schöpfungsgeschichte nach Linné.

---

Die Abstammungslehre oder Descendenztheorie als die einheitliche Erklärung der organischen Naturerscheinungen durch natürliche wirkende Ursachen. Vergleichung derselben mit Newtons Gravitationstheorie. Grenzen der wissenschaftlichen Erklärung und der menschlichen Erkenntniß überhaupt. Alle Erkenntniß ursprünglich durch sinnliche Erfahrung bedingt, aposteriori. Uebergang der aposteriorischen Erkenntnisse durch Vererbung in apriorische Erkenntnisse. Gegensatz der übernatürlichen Schöpfungsgeschichte von Linné, Cuvier, Agassiz, und der natürlichen Entwickelungstheorien von Lamarck, Goethe, Darwin. Zusammenhang der ersteren mit der monistischen (mechanischen), der letzteren mit der dualistischen (teleologischen) Weltanschauung. Monismus und Materialismus. Wissenschaftlicher und sittlicher Materialismus. Schöpfungsgeschichte des Moses. Linné als Begründer der systematischen Naturbeschreibung und Artunterscheidung. Linnés Classification und binäre Nomenclatur. Bedeutung des Speciesbegriffs bei Linné. Seine Schöpfungsgeschichte. Linnés Ansicht von der Entstehung der Arten.

Meine Herren! Der Werth, den jede naturwissenschaftliche Theorie besitzt, wird sowohl durch die Anzahl und das Gewicht der zu erklärenden Gegenstände gemessen, als auch durch die Einfachheit und Allgemeinheit der Ursachen, welche als Erklärungsgründe benutzt werden. Je größer einerseits die Anzahl, je wichtiger die Bedeutung der durch die Theorie zu erklärenden Erscheinungen ist, und je einfacher andrerseits, je allgemeiner die Ursachen sind, welche die Theorie zur Erklärung in Anspruch nimmt, desto höher ist ihr wissenschaftlicher

Werth, desto sicherer bedienen wir uns ihrer Leitung, desto mehr sind wir verpflichtet zu ihrer Annahme.

Denken Sie z. B. an diejenige Theorie, welche bisher als der größte Erwerb des menschlichen Geistes galt, an die Gravitationstheorie, welche der Engländer Newton vor 200 Jahren in seinen mathematischen Principien der Naturphilosophie begründete. Hier finden Sie das zu erklärende Objekt so groß angenommen als Sie es nur denken können. Er unternahm es, die Bewegungserscheinungen der Planeten und den Bau des Weltgebäudes auf mathematische Gesetze zurückzuführen. Als die höchst einfache Ursache dieser verwickelten Bewegungserscheinungen begründete Newton das Gesetz der Schwere oder der Massenanziehung, dasselbe, welches die Ursache des Falles der Körper, der Adhäsion, der Cohäsion und vieler anderen Erscheinungen ist.

Wenn Sie nun den gleichen Maßstab an die Theorie Darwins anlegen, so müssen Sie zu dem Schluß kommen, daß diese ebenfalls zu den größten Eroberungen des menschlichen Geistes gehört, und daß sie sich unmittelbar neben die Gravitationstheorie Newtons stellen kann. Vielleicht erscheint Ihnen dieser Ausspruch übertrieben oder wenigstens sehr gewagt; ich hoffe Sie aber im Verlauf dieser Vorträge zu überzeugen, daß diese Schätzung nicht zu hoch gegriffen ist. In der vorigen Stunde wurden bereits einige der wichtigsten und allgemeinsten Erscheinungen aus der organischen Natur namhaft gemacht, welche durch Darwins Theorie erklärt werden. Dahin gehören vor Allen die Formveränderungen, welche die individuelle Entwickelung der Organismen begleiten, äußerst mannichfaltige und verwickelte Erscheinungen, welche bisher einer mechanischen Erklärung, d. h. einer Zurückführung auf wirkende Ursachen die größten Schwierigkeiten in den Weg legten. Wir haben die rudimentären Organe erwähnt, jene außerordentlich merkwürdigen Einrichtungen in den Thier- und Pflanzenkörpern, welche keinen Zweck haben, welche jede teleologische, jede nach einem Endzweck des Organismus suchende Erklärung vollständig widerlegen. Es ließe sich noch eine große An-

zahl von anderen Erscheinungen anführen, die nicht minder wichtig sind, die bisher nicht minder räthselhaft erschienen, und die in der einfachsten Weise durch die von Darwin reformirte Abstammungslehre erklärt werden. Ich erwähne vorläufig noch die Erscheinungen, welche uns die geographische Verbreitung der Thier- und Pflanzenarten auf der Oberfläche unseres Planeten, sowie die geologische Vertheilung der ausgestorbenen und versteinerten Organismen in den verschiedenen Schichten der Erdrinde darbietet. Auch diese wichtigen paläontologischen und geographischen Gesetze, welche wir bisher nur als Thatsachen kannten, werden durch die Abstammungslehre in ihren wirkenden Ursachen erkannt. Dasselbe gilt ferner von allen allgemeinen Gesetzen der vergleichenden Anatomie, insbesondere von dem großen Gesetze der Arbeitstheilung oder Sonderung (Polymorphismus oder Differenzirung), einem Gesetze, welches ebenso in der ganzen menschlichen Gesellschaft, wie in der Organisation des einzelnen Thier- und Pflanzenkörpers die wichtigste gestaltende Ursache ist, diejenige Ursache, welche ebenso eine immer größere Mannichfaltigkeit, wie eine fortschreitende Entwickelung der organischen Formen bedingt. In gleicher Weise, wie dieses bisher nur als Thatsache erkannte Gesetz der Arbeitstheilung, wird auch das Gesetz der fortschreitenden Entwickelung, oder das Gesetz des Fortschritts, welches wir ebenso in der Geschichte der Völker, wie in der Geschichte der Thiere und Pflanzen überall wirksam wahrnehmen, in seinem Ursprung durch die Abstammungslehre erklärt. Und wenn Sie endlich Ihre Blicke auf das große Ganze der organischen Natur richten, wenn Sie vergleichend alle einzelnen großen Erscheinungsgruppen dieses ungeheuren Lebensgebietes zusammenfassen, so stellt sich Ihnen dasselbe im Lichte der Abstammungslehre nicht mehr als das künstlich ausgedachte Werk eines planmäßig bauenden Schöpfers dar, sondern als die nothwendige Folge wirkender Ursachen, welche in der chemischen Zusammensetzung der Materie selbst und in ihren physikalischen Eigenschaften liegen.

Man kann also im weitesten Umfang behaupten, und ich werde diese Behauptung im Verlaufe meiner Vorträge rechtfertigen, daß die Abstammungslehre uns zum ersten Male in die Lage versetzt, die Gesammtheit aller organischen Naturerscheinungen auf ein einziges Gesetz zurückzuführen, eine einzige wirkende Ursache für das unendlich verwickelte Getriebe dieser ganzen reichen Erscheinungswelt aufzufinden. In dieser Beziehung stellt sie sich ebenbürtig Newtons Gravitationstheorie an die Seite; ja sie erhebt sich noch über dieselbe!

Aber auch die Erklärungsgründe sind hier nicht minder einfach, wie dort. Es sind nicht neue, bisher unbekannte Eigenschaften des Stoffes, welche Darwin zur Erklärung dieser höchst verwickelten Erscheinungswelt herbeizieht; es sind nicht etwa Entdeckungen neuer Verbindungsverhältnisse der Materie, oder neuer Organisationskräfte derselben; sondern es ist lediglich die außerordentlich geistvolle Verbindung, die synthetische Zusammenfassung und denkende Vergleichung einer Anzahl längst bekannter Thatsachen, durch welche Darwin das „heilige Räthsel" der lebendigen Formenwelt löst. Die erste Rolle spielt dabei die Erwägung der Wechselbeziehungen, welche zwischen zwei allgemeinen Lebensthätigkeiten der Organismen bestehen, den Funktionen der Vererbung und der Anpassung. Lediglich durch Erwägung des Wechselverhältnisses zwischen diesen beiden Lebensthätigkeiten oder physiologischen Funktionen der Organismen, sowie ferner durch Erwägung der gegenseitigen Beziehungen, welche alle an einem und demselben Ort zusammenlebenden Thiere und Pflanzen nothwendig zu einander besitzen — lediglich durch richtige Würdigung dieser einfachen Thatsachen, und durch die geschickte Verbindung derselben ist es Darwin möglich geworden, in denselben die wahren wirkenden Ursachen (causae efficientes) für die unendlich verwickelte Gestaltenwelt der organischen Natur zu finden.

Wir sind nun verpflichtet, diese Theorie auf jeden Fall anzunehmen und so lange zu behaupten, bis sich eine bessere findet, die es unternimmt, die gleiche Fülle von Thatsachen ebenso einfach zu erklären. Bisher entbehrten wir einer solchen Theorie vollständig. Zwar

war der Grundgedanke nicht neu, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenformen von einigen wenigen oder sogar von einer einzigen höchst einfachen Grundform abstammen müssen. Dieser Gedanke war längst ausgesprochen und zuerst von dem großen Lamarck[2]) im Anfang unseres Jahrhunderts bestimmt formulirt worden. Allein Lamarck sprach doch eigentlich bloß die Hypothese der gemeinsamen Abstammung aus, ohne sie durch Erläuterung der wirkenden Ursachen zu begründen. Und gerade in dem Nachweis dieser Ursachen liegt der außerordentliche Fortschritt, welchen Darwin über Lamarcks Theorie hinaus gethan hat. Er fand in den physiologischen Vererbungs- und Anpassungseigenschaften der organischen Materie die wahre Ursache jenes genealogischen Verhältnisses auf. Auch konnte der geistvolle Lamarck noch nicht über das kolossale Material biologischer Thatsachen gebieten, welches durch die emsigen zoologischen und botanischen Forschungen der letzten fünfzig Jahre angesammelt und von Darwin zu einem überwältigenden Beweis-Apparat verwerthet wurde.

Die Theorie Darwins ist also nicht, wie seine Gegner häufig behaupten, eine beliebige, aus der Luft gegriffene, bodenlose Hypothese. Es liegt nicht im Belieben der einzelnen Zoologen und Botaniker, ob sie dieselbe als erklärende Theorie annehmen wollen oder nicht. Vielmehr sind sie dazu gezwungen und verpflichtet nach dem allgemeinen, in den Naturwissenschaften überhaupt gültigen Grundsatze, daß wir zur Erklärung der Erscheinungen jede mit den wirklichen Thatsachen vereinbare, wenn auch nur schwach begründete Theorie so lange annehmen und beibehalten müssen, bis sie durch eine bessere ersetzt wird. Wenn wir dies nicht thun, so verzichten wir auf eine wissenschaftliche Erklärung der Erscheinungen, und das ist in der That der Standpunkt, den viele Biologen noch gegenwärtig einnehmen. Sie betrachten das ganze Gebiet der belebten Natur als ein vollkommenes Räthsel und halten die Entstehung der Thier- und Pflanzenarten, die Erscheinungen ihrer Entwickelung und Verwandtschaft für ganz unerklärlich, für ein Wunder; sie wollen von einem wahren Verständniß derselben überhaupt nichts wissen.

Diejenigen Gegner Darwins, welche nicht geradezu in dieser Weise auf eine biologische Erklärung verzichten wollen, pflegen freilich zu sagen: „Darwins Lehre von dem gemeinschaftlichen Ursprung der verschiedenartigen Organismen ist nur eine Hypothese; wir stellen ihr eine andere entgegen, die Hypothese, daß die einzelnen Thier- und Pflanzenarten nicht durch Abstammung sich auseinander entwickelt haben, sondern daß sie unabhängig von einander durch ein noch unentdecktes Naturgesetz entstanden sind." So lange aber nicht gezeigt wird, wie diese Entstehung zu denken ist, und was das für ein „Naturgesetz" ist, so lange nicht einmal wahrscheinliche Erklärungsgründe geltend gemacht werden können, welche für eine unabhängige Entstehung der Thier- und Pflanzenarten sprechen, so lange ist diese Gegenhypothese in der That keine Hypothese, sondern eine leere, nichtssagende Redensart. Auch verdient Darwins Theorie nicht den Namen einer Hypothese. Denn eine wissenschaftliche Hypothese ist eine Annahme, welche sich auf unbekannte, bisher noch nicht durch die sinnliche Erfahrung wahrgenommene Eigenschaften oder Bewegungserscheinungen der Naturkörper stützt. Darwins Lehre aber nimmt keine derartigen unbekannten Verhältnisse an; sie gründet sich auf längst anerkannte allgemeine Eigenschaften der Organismen, und es ist, wie bemerkt, die außerordentliche geistvolle, umfassende Verbindung einer Menge bisher vereinzelt dagestandener Erscheinungen, welche dieser Theorie ihren außerordentlich hohen inneren Werth giebt. Wir gelangen durch sie zum ersten Mal in die Lage, für die Gesammtheit aller uns bekannten morphologischen Erscheinungen in der Thier- und Pflanzenwelt eine bewirkende Ursache nachzuweisen; und zwar ist diese wahre Ursache immer ein und dieselbe, nämlich die Wechselwirkung der Anpassung und der Vererbung, also ein physiologisches, d. h. ein physikalisch-chemisches oder ein mechanisches Verhältniß. Aus diesen Gründen ist die Annahme der durch Darwin mechanisch begründeten Abstammungslehre für die gesammte Zoologie und Botanik eine zwingende und unabweisbare Nothwendigkeit.

Da nach meiner Ansicht also die unermeßliche Bedeutung von

Darwins Lehre darin liegt, daß sie die bisher nicht erklärten organischen Formerscheinungen mechanisch erklärt, so ist es wohl nothwendig, hier gleich noch ein Wort über den vieldeutigen Begriff der Erklärung einzuschalten. Es wird sehr häufig Darwins Theorie entgegengehalten, daß sie allerdings jene Erscheinungen durch die Vererbung und Anpassung vollkommen erkläre, daß dadurch aber nicht diese Eigenschaften der organischen Materie selbst erklärt werden, daß wir nicht zu den letzten Gründen gelangen. Dieser Einwurf ist ganz richtig; allein er gilt in dieser Weise von allen Erscheinungen. Wir gelangen nirgends zu einer Erkenntniß der letzten Gründe. Die Entstehung jedes einfachen Salzkrystalles, den wir beim Abdampfen einer Mutterlauge erhalten, ist uns im letzten Grunde nicht minder räthselhaft, und an sich nicht minder unbegreiflich, als die Entstehung jedes Thieres, das sich aus einer einfachen Eizelle entwickelt. Bei Erklärung der einfachsten physikalischen oder chemischen Erscheinungen, z. B. bei dem Fallen eines Steins oder bei der Bildung einer chemischen Verbindung gelangen wir durch Auffindung und Feststellung der wirkenden Ursachen, z. B. der Schwerkraft oder der chemischen Verwandtschaft, zu anderen weiter zurückliegenden Erscheinungen, die an und für sich Räthsel sind. Es liegt das in der Beschränktheit oder Relativität unseres Erkenntnißvermögens. Wir dürfen niemals vergessen, daß die menschliche Erkenntnißfähigkeit allerdings absolut beschränkt ist und nur eine relative Ausdehnung besitzt. Sie ist zunächst schon beschränkt durch die Beschaffenheit unserer Sinne und unseres Gehirns.

Ursprünglich stammt alle Erkeyntniß aus der sinnlichen Wahrnehmung. Man führt wohl dieser gegenüber die angeborene, a priori gegebene Erkenntniß des Menschen an; indessen werden Sie sehen, daß sich die sogenannte aprioriſche Erkenntniß durch Darwins Lehre nachweisen läßt als a posteriori erworben, in ihren letzten Gründen durch Erfahrungen bedingt. Erkenntnisse, welche ursprünglich auf rein empirischen Wahrnehmungen beruhen, also rein sinnliche Erfahrungen sind, welche aber dann eine Reihe von Generationen hindurch

vererbt werden, treten bei den jüngeren Generationen ſcheinbar als unabhängige, angeborene, aprioriſche auf. Von unſeren uralten thieriſchen Voreltern ſind alle ſogenannten „Erkenntniſſe a priori“ urſprünglich a posteriori gefaßt worden und erſt durch Vererbung allmählich zu aprioriſchen geworden. Sie beruhen in letzter Inſtanz auf Erfahrungen, und wir können durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung beſtimmt nachweiſen, daß in der Art, wie es gewöhnlich geſchieht, Erkenntniſſe a priori den Erkenntniſſen a posteriori nicht entgegen zu ſtellen ſind. Vielmehr iſt die ſinnliche Erfahrung die urſprüngliche Quelle aller Erkenntniſſe. Schon aus dieſem Grunde iſt alle unſere Wiſſenſchaft nur beſchränkt, und niemals vermögen wir die letzten Gründe irgend einer Erſcheinung zu erfaſſen. Die Kryſtalliſationskraft, die Schwerkraft und die chemiſche Verwandtſchaft bleiben uns, an und für ſich, eben ſo unbegreiflich, wie die Anpaſſung und die Vererbung; wie der Wille und das Bewußtſein.

Wenn uns nun die Theorie Darwins die Geſammtheit aller vorhin in einem kurzen Ueberblick zuſammengefaßten Erſcheinungen aus einem einzigen Geſichtspunkt erklärt, wenn ſie eine und dieſelbe Beſchaffenheit des Organismus als die wirkende Urſache nachweiſt, ſo leiſtet ſie vorläufig Alles, was wir verlangen können. Außerdem läßt ſich aber auch mit gutem Grunde hoffen, daß wir die letzten Gründe, zu welchen Darwin gelangt, nämlich die Eigenſchaften der Erblichkeit und der Anpaſſungsfähigkeit, noch weiter werden erklären lernen, und daß wir z. B. dahin gelangen werden, die Molekularverhältniſſe in der Zuſammenſetzung der Eiweißſtoffe als die weiter zurückliegenden, einfachen Gründe jener Erſcheinungen aufzudecken. Freilich iſt in der nächſten Zukunft hierzu noch keine Ausſicht, und wir begnügen uns vorläufig mit jener Zurückführung, wie wir uns in der Newton'ſchen Theorie mit der Zurückführung der Planetenbewegungen auf die Schwerkraft begnügen. Die Schwerkraft ſelbſt iſt uns ebenfalls ein Räthſel, an ſich nicht erkennbar.

Bevor wir nun an unſere Hauptaufgabe, an die eingehende Erörterung der Abſtammungslehre und der aus ihr ſich ergebenden

Folgerungen herantreten, lassen Sie uns einen geschichtlichen Rückblick auf die wichtigsten und verbreitetsten von denjenigen Ansichten werfen, welche sich die Menschen vor Darwin über die organische Schöpfung, über die Entstehung der mannichfaltigen Thier- und Pflanzenarten gebildet hatten. Es liegt dabei keineswegs in meiner Absicht, Sie mit einem vergleichenden Ueberblick über alle die zahlreichen Schöpfungsdichtungen der verschiedenen Menschen-Arten, -Rassen und -Stämme zu unterhalten. So interessant und lohnend diese Aufgabe, sowohl in ethnographischer als in culturhistorischer Beziehung, auch wäre, so würde uns dieselbe doch hier viel zu weit führen. Auch trägt die übergroße Mehrzahl aller dieser Schöpfungssagen zu sehr das Gepräge willkürlicher Dichtung und des Mangels eingehender Naturbetrachtung, als daß dieselben für eine naturwissenschaftliche Behandlung der Schöpfungsgeschichte von Interesse wären. Ich werde daher von den nicht wissenschaftlich begründeten Schöpfungsgeschichten blos die mosaische hervorheben, wegen des beispiellosen Einflusses, den sie in der abendländischen Culturwelt gewonnen, und dann werde ich sogleich zu den wissenschaftlich formulirten Schöpfungshypothesen übergehen, welche erst nach Beginn des verflossenen Jahrhunderts, mit Linné, ihren Anfang nahmen.

Alle verschiedenen Vorstellungen, welche sich die Menschen jemals von der Entstehung der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten gemacht haben, lassen sich füglich in zwei große, entgegengesetzte Gruppen bringen, in natürliche und übernatürliche Schöpfungsgeschichten.

Diese beiden Gruppen entsprechen im Großen und Ganzen den beiden verschiedenen Hauptformen der menschlichen Weltanschauung, welche wir vorher als monistische (einheitliche) und dualistische (zwiespältige) Naturauffassung gegenüber gestellt haben. Die gewöhnliche dualistische oder teleologische (vitale) Weltanschauung muß die organische Natur als das zweckmäßig ausgeführte Produkt eines planvoll wirkenden Schöpfers ansehen. Sie muß in jeder einzelnen Thier- und Pflanzenart einen „verkörperten Schöpfungsgedanken"

erblicken, den materiellen Ausdruck einer zweckmäßig thätigen Endursache oder einer zweckthätigen Ursache (causa finalis). Sie muß nothwendig übernatürliche (nicht mechanische) Vorgänge für die Entstehung der Organismen in Anspruch nehmen. Wir dürfen sie daher mit Recht als übernatürliche Schöpfungsgeschichte bezeichnen. Von allen hierher gehörigen teleologischen Schöpfungsgeschichten gewann diejenige des Moses den größten Einfluß, da sie durch so bedeutende Naturforscher, wie Linné, selbst in der Naturwissenschaft allgemeinen Eingang fand. Auch die Schöpfungsansichten von Cuvier und Agassiz, und überhaupt von der großen Mehrzahl der Naturforscher sowohl als der Laien gehören in diese Gruppe.

Die von Darwin ausgebildete Entwickelungstheorie dagegen, welche wir hier als natürliche Schöpfungsgeschichte zu behandeln haben, und welche bereits von Goethe und Lamarck aufgestellt wurde, muß, wenn sie folgerichtig durchgeführt wird, schließlich nothwendig zu der monistischen oder mechanischen (causalen) Weltanschauung hinführen. Im Gegensatz zu jener dualistischen oder teleologischen Naturauffassung betrachtet dieselbe die Formen der organischen Naturkörper, ebenso wie diejenigen der anorganischen, als die nothwendigen Produkte natürlicher Kräfte. Sie erblickt in den einzelnen Thier- und Pflanzenarten nicht verkörperte Gedanken des persönlichen Schöpfers, sondern den zeitweiligen Ausdruck eines mechanischen Entwickelungsganges der Materie, den Ausdruck einer nothwendig wirkenden Ursache oder einer mechanischen Ursache (causa efficiens). Wo der teleologische Dualismus in den Schöpfungswundern die willkürlichen Einfälle eines launenhaften Schöpfers aufsucht, da findet der causale Monismus in den Entwickelungsprozessen die nothwendigen Wirkungen ewiger und unabänderlicher Naturgesetze.

Man hat diesen, hier von uns vertretenen Monismus auch oft für identisch mit dem Materialismus erklärt. Da man demgemäß auch den Darwinismus und überhaupt die ganze Ent-

wickelungstheorie als „materialistisch" bezeichnet hat, so kann ich nicht umhin, schon hier mich von vornherein gegen die Zweideutigkeit dieser Bezeichnung und gegen die Arglist, mit welcher dieselbe von gewissen Seiten zur Verketzerung unserer Lehre benutzt wird, ausdrücklich zu verwahren.

Unter dem Ausdruck „Materialismus" werden sehr allgemein zwei gänzlich verschiedene Dinge mit einander verwechselt und vermengt, die im Grunde gar Nichts mit einander zu thun haben, nämlich der naturwissenschaftliche und der sittliche Materialismus. Der naturwissenschaftliche Materialismus, welcher mit unserem Monismus identisch ist, behauptet im Grunde weiter nichts, als daß Alles in der Welt mit natürlichen Dingen zugeht, daß jede Wirkung ihre Ursache und jede Ursache ihre Wirkung hat. Er stellt also über die Gesammtheit aller uns erkennbaren Erscheinungen das Causal-Gesetz, oder das Gesetz von dem nothwendigen Zusammenhang von Ursache und Wirkung. Er verwirft dagegen entschieden jeden Wunderglauben und jede wie immer geartete Vorstellung von übernatürlichen Vorgängen. Für ihn giebt es daher in dem ganzen Gebiete menschlicher Erkenntniß nirgends mehr eine wahre Metaphysik, sondern überall nur Physik. Für ihn ist der unzertrennliche Zusammenhang von Stoff, Form und Kraft selbstverständlich. Dieser wissenschaftliche Materialismus ist auf dem ganzen großen Gebiete der anorganischen Naturwissenschaft, in der Physik und Chemie, in der Mineralogie und Geologie, längst so allgemein anerkannt, daß kein Mensch mehr über seine alleinige Berechtigung im Zweifel ist. Ganz anders verhält es sich aber in der Biologie, in der organischen Naturwissenschaft, wo man die Geltung desselben noch fortwährend von vielen Seiten her bestreitet, ihm aber nichts Anderes, als das metaphysische Gespenst der Lebenskraft, oder gar nur theologische Dogmen, entgegenhalten kann. Wenn wir nun aber den Beweis führen können, daß die ganze erkennbare Natur nur Eine ist, daß dieselben „ewigen, ehernen, großen Gesetze" in dem Leben der Thiere und Pflanzen, wie in dem

Wachsthum der Krystalle und in der Triebkraft des Wasserdampfes thätig sind, so werden wir auch auf dem gesammten Gebiete der Biologie, in der Zoologie wie in der Botanik, überall mit demselben Rechte den monistischen oder mechanischen Standpunkt festhalten, mag man denselben nun als „Materialismus" verdächtigen oder nicht. In diesem Sinne ist die ganze exacte Naturwissenschaft, und an ihrer Spitze das Causalgesetz, rein „materialistisch".

Ganz etwas Anderes als dieser naturwissenschaftliche ist der sittliche oder ethische Materialismus, der mit dem ersteren gar Nichts gemein hat. Dieser „eigentliche" Materialismus verfolgt in seiner praktischen Lebensrichtung kein anderes Ziel, als den möglichst raffinirten Sinnengenuß. Er schwelgt in dem traurigen Wahne, daß der rein materielle Genuß dem Menschen wahre Befriedigung geben könne, und indem er diese in keiner Form der Sinnenlust finden kann, stürzt er sich schmachtend von einer zur andern. Die tiefe Wahrheit, daß der eigentliche Werth des Lebens nicht im materiellen Genuß, sondern in der sittlichen That, und daß die wahre Glückseligkeit nicht in äußeren Glücksgütern, sondern nur in tugendhaftem Lebenswandel beruht, ist jenem ethischen Materialismus unbekannt. Daher sucht man denselben auch vergebens bei solchen Naturforschern und Philosophen, deren höchster Genuß der geistige Naturgenuß und deren höchstes Ziel die Erkenntniß der Naturgesetze ist. Diesen Materialismus muß man in den Palästen der Kirchenfürsten und bei allen jenen Heuchlern suchen, welche unter der äußeren Maske frommer Gottesverehrung lediglich hierarchische Tyrannei und materielle Ausbeutung ihrer Mitmenschen erstreben. Stumpf für den unendlichen Adel der sogenannten „rohen Materie" und der aus ihr entspringenden herrlichen Erscheinungswelt, unempfindlich für die unerschöpflichen Reize der Natur, wie ohne Kenntniß von ihren Gesetzen, verketzern dieselben die ganze Naturwissenschaft und die aus ihr entspringende Bildung als sündlichen Materialismus, während sie selbst dem letzteren in der widerlichsten Gestalt fröhnen. Nicht allein die ganze Geschichte der „unfehlbaren" Päpste mit ihrer endlosen Kette von gräulichen Verbrechen,

ſondern auch die widerwärtige Sittengeſchichte der Orthodoxie in allen Religionsformen liefert Ihnen hierfür genügende Beweiſe.

Um nun in Zukunft die übliche Verwechſelung dieſes ganz verwerflichen ſittlichen Materialismus mit unſerem naturphiloſophiſchen Materialismus zu vermeiden, halten wir es für nöthig, den letzteren entweder Monismus oder Realismus zu nennen. Das Prinzip dieſes Monismus iſt daſſelbe, was Kant das „Prinzip des Mechanismus" nennt, und von dem er ausdrücklich erklärt, daß es ohne daſſelbe überhaupt keine Naturwiſſenſchaft geben könne. Dieſes Prinzip iſt von unſerer „natürlichen Schöpfungsgeſchichte" ganz untrennbar, und kennzeichnet dieſelbe gegenüber dem teleologiſchen Wunderglauben der übernatürlichen Schöpfungsgeſchichte.

Laſſen Sie uns nun zunächſt einen Blick auf die wichtigſte von allen übernatürlichen Schöpfungsgeſchichten werfen, diejenige des Moſes, wie ſie uns durch die alte Geſchichts- und Geſetzesurkunde des jüdiſchen Volkes, durch die Bibel, überliefert worden iſt. Bekanntlich iſt die moſaiſche Schöpfungsgeſchichte, wie ſie im erſten Kapitel der Geneſis den Eingang zum alten Teſtament bildet, in der ganzen jüdiſchen und chriſtlichen Kulturwelt bis auf den heutigen Tag in allgemeiner Geltung geblieben. Dieſer außerordentliche Erfolg erklärt ſich nicht allein aus der engen Verbindung derſelben mit den jüdiſchen und chriſtlichen Glaubenslehren, ſondern auch aus dem einfachen und natürlichen Ideengang, welcher dieſelbe durchzieht, und welcher vortheilhaft gegen die bunte Schöpfungsmythologie der meiſten anderen Völker des Alterthums abſticht. Zuerſt ſchafft Gott der Herr die Erde als anorganiſchen Weltkörper. Dann ſcheidet er Licht und Finſterniß, darauf Waſſer und Feſtland. Nun erſt iſt die Erde für Organismen bewohnbar geworden und es werden zunächſt die Pflanzen, ſpäter erſt die Thiere erſchaffen, und zwar von den letzteren zuerſt die Bewohner des Waſſers und der Luft, ſpäter erſt die Bewohner des Feſtlandes. Endlich zuletzt von allen Organismen ſchafft Gott den Menſchen, ſich ſelbſt zum Ebenbilde und zum Beherrſcher der Erde.

Zwei große und wichtige Grundgedanken der natürlichen Ent-

wickelungstheorie treten uns in dieser Schöpfungshypothese des Moses mit überraschender Klarheit und Einfachheit entgegen, der Gedanke der Sonderung oder Differenzirung, und der Gedanke der fortschreitenden Entwickelung oder Vervollkommnung. Obwohl Moses diese großen Gesetze der organischen Entwickelung, die wir später als nothwendige Folgerungen der Abstammungslehre nachweisen werden, als die unmittelbare Bildungsthätigkeit eines gestaltenden Schöpfers ansieht, liegt doch darin der erhabenere Gedanke einer fortschreitenden Entwickelung und Differenzirung der ursprünglich einfachen Materie verborgen. Wir können daher dem großartigen Naturverständniß des jüdischen Gesetzgebers und der einfach natürlichen Fassung seiner Schöpfungshypothese unsere gerechte und aufrichtige Bewunderung zollen, ohne darin eine sogenannte „göttliche Offenbarung" zu erblicken. Daß sie dies nicht sein kann, geht einfach schon daraus hervor, daß darin zwei große Grundirrthümer behauptet werden, nämlich erstens der geocentrische Irrthum, daß die Erde der feste Mittelpunkt der ganzen Welt sei, um welchen sich Sonne, Mond und Sterne bewegen; und zweitens der anthropocentrische Irrthum, daß der Mensch das vorbedachte Endziel der irdischen Schöpfung sei, für dessen Dienst die ganze übrige Natur nur geschaffen sei. Der erstere Irrthum wurde durch Kopernikus' Weltsystem im Beginn des sechszehnten, der letztere durch Lamarcks Abstammungslehre im Beginn des neunzehnten Jahrhunderts vernichtet.

Trotzdem durch Kopernikus bereits der geocentrische Irrthum der mosaischen Schöpfungsgeschichte nachgewiesen und damit die Autorität derselben als einer absolut vollkommenen göttlichen Offenbarung aufgehoben wurde, erhielt sich dieselbe dennoch bis auf den heutigen Tag in solchem Ansehen, daß sie in weiten Kreisen das Haupthinderniß für die Annahme einer natürlichen Entwickelungstheorie bildet. Bekanntlich haben selbst viele Naturforscher noch in unserem Jahrhundert versucht, dieselbe mit den Ergebnissen der neueren Naturwissenschaft, insbesondere der Geologie, in Einklang zu bringen, und z. B. die sieben Schöpfungstage des Moses als sieben große geo-

logische Perioden gedeutet. Indessen sind alle diese künstlichen Deutungsversuche so vollkommen verfehlt, daß sie hier keiner Widerlegung bedürfen. Die Bibel ist kein naturwissenschaftliches Werk, sondern eine Geschichts-, Gesetzes- und Religionsurkunde des jüdischen Volkes, deren hoher kulturgeschichtlicher Werth dadurch nicht geschmälert wird, daß sie in allen naturwissenschaftlichen Fragen ohne jede maßgebende Bedeutung und voll von groben Irrthümern ist.

Wir können nun einen großen Sprung von mehr als drei Jahrtausenden machen, von Moses, welcher ungefähr um das Jahr 1480 vor Christus starb, bis auf Linné, welcher 1707 nach Christus geboren wurde. Während dieses ganzen Zeitraums wurde keine Schöpfungsgeschichte aufgestellt, welche eine bleibende Bedeutung gewann, oder deren nähere Betrachtung an diesem Orte von Interesse wäre. Insbesondere während der letzten 1500 Jahre, als das Christenthum die Weltherrschaft gewann, blieb die mit dessen Glaubenslehren verknüpfte mosaische Schöpfungsgeschichte so allgemein herrschend, daß erst das neunzehnte Jahrhundert sich entschieden dagegen aufzulehnen wagte. Selbst der große schwedische Naturforscher Linné, der Begründer der neueren Naturgeschichte, schloß sich in seinem Natursystem auf das Engste an die Schöpfungsgeschichte des Moses an.

Der außerordentliche Fortschritt, welchen Karl Linné in den sogenannten beschreibenden Naturwissenschaften that, besteht bekanntlich in der Aufstellung eines Systems der Thier- und Pflanzenarten, welches er in so folgerichtiger und logisch vollendeter Form durchführte, daß es bis auf den heutigen Tag in vielen Beziehungen die Richtschnur für alle folgenden, mit den Formen der Thiere und Pflanzen sich beschäftigenden Naturforscher geblieben ist. Obgleich das System Linné's ein künstliches war, obgleich er für die Klassifikation der Thier- und Pflanzenarten nur einzelne Theile als Eintheilungsgrundlagen hervorsuchte und anwendete, hat dennoch dieses System sich den größten Erfolg errungen, erstens durch seine konsequente Durchführung, und zweitens durch seine ungemein wichtig gewordene Benennungsweise der Naturkörper, auf welche wir hier nothwendig sogleich

einen Blick werfen müſſen. Nachdem man nämlich vor Linné ſich vergeblich abgemüht hatte, in das unendliche Chaos der ſchon damals bekannten verſchiedenen Thier- und Pflanzenformen durch irgend eine paſſende Namengebung und Zuſammenſtellung Licht zu bringen, gelang es Linné durch Aufſtellung der ſogenannten „binären Nomenklatur“ mit einem glücklichen Griff dieſe wichtige und ſchwierige Aufgabe zu löſen. Die binäre Nomenklatur oder die zweifache Benennung, wie ſie Linné zuerſt aufſtellte, wird noch heutigen Tages ganz allgemein von allen Zoologen und Botanikern angewendet und wird ſich unzweifelhaft ſehr lange noch in gleicher Geltung erhalten. Sie beſteht darin, daß jede Thier- und Pflanzenart mit zwei Namen bezeichnet wird, welche ſich ähnlich verhalten, wie Tauf- und Familiennamen der menſchlichen Individuen. Der beſondere Name, welcher dem menſchlichen Taufnamen entſpricht, und welcher den Begriff der Art (Species) ausdrückt, dient zur gemeinſchaftlichen Bezeichnung aller thieriſchen oder pflanzlichen Einzelweſen, welche in allen weſentlichen Formeigenſchaften ſich gleich ſind, und ſich nur durch ganz untergeordnete Merkmale unterſcheiden. Der allgemeinere Name dagegen, welcher dem menſchlichen Familiennamen entſpricht, und welcher den Begriff der Gattung (Genus) ausdrückt, dient zur gemeinſchaftlichen Bezeichnung aller nächſt ähnlichen Arten oder Species. Der allgemeinere, umfaſſende Genusname wird nach Linné's allgemein gültiger Benennungsweiſe vorangeſetzt; der beſondere, untergeordnete Speciesname folgt ihm nach. So z. B. heißt die Hauskatze Felis domestica, die wilde Katze Felis catus, der Panther Felis pardus, der Jaguar Felis onca, der Tiger Felis tigris, der Löwe Felis leo; alle ſechs Raubthierarten ſind verſchiedene Species eines und deſſelben Genus: Felis. Oder, um ein Beiſpiel aus der Pflanzenwelt hinzuzufügen, ſo heißt nach Linné's Benennung die Fichte Pinus abies, die Tanne Pinus picea, die Lärche Pinus larix, die Pinie Pinus pinea, die Zirbelkiefer Pinus cembra, das Knieholz Pinus mughus, die gewöhnliche Kiefer Pinus silvestris; alle ſieben Nadelholzarten ſind verſchiedene Species eines und deſſelben Genus: Pinus.

Vielleicht ſcheint Ihnen dieſer von Linné herbeigeführte Fortſchritt in der praktiſchen Unterſcheidung und Benennung der vielgeſtaltigen Organismen nur von untergeordneter Wichtigkeit zu ſein. Allein in Wirklichkeit war er von der allergrößten Bedeutung, und zwar ſowohl in praktiſcher als in theoretiſcher Beziehung. Denn es wurde nun erſt möglich, die Unmaſſe der verſchiedenartigen organiſchen Formen nach dem größeren und geringeren Grade ihrer Aehnlichkeit zuſammenzuſtellen und überſichtlich in dem Fachwerk des Syſtems zu ordnen. Die Regiſtratur dieſes Fachwerks machte Linné dadurch noch überſichtlicher, daß er die nächſtähnlichen Gattungen (Genera) in ſogenannte Ordnungen (Ordines) zuſammenſtellte, und daß er die nächſtähnlichen Ordnungen in noch umfaſſenderen Hauptabtheilungen, den Klaſſen (Classes) vereinigte. Es zerfiel alſo zunächſt jedes der beiden organiſchen Reiche nach Linné in eine geringe Anzahl von Klaſſen; das Pflanzenreich in 24 Klaſſen, das Thierreich in 6 Klaſſen. Jede Klaſſe enthielt wieder mehrere Ordnungen. Jede einzelne Ordnung konnte eine Mehrzahl von Gattungen und jede einzelne Gattung wiederum mehrere Arten enthalten.

Nicht minder bedeutend aber, als der unſchätzbare praktiſche Nutzen, welchen Linné's binäre Nomenklatur ſofort für eine überſichtliche ſyſtematiſche Unterſcheidung, Benennung, Anordnung und Eintheilung der organiſchen Formenwelt hatte, war der unberechenbare theoretiſche Einfluß, welchen dieſelbe alsbald auf die geſammte allgemeine Beurtheilung der organiſchen Formen, und ganz beſonders auf die Schöpfungsgeſchichte gewann. Noch heute drehen ſich alle die wichtigen Grundfragen, welche wir vorher kurz erörterten, zuletzt um die Entſcheidung der ſcheinbar ſehr abgelegenen und unwichtigen Vorfrage, was denn eigentlich die Art oder Species iſt? Noch heute kann der Begriff der organiſchen Species als der Angelpunkt der ganzen Schöpfungsfrage bezeichnet werden, als der ſtreitige Mittelpunkt, um deſſen verſchiedene Auffaſſung ſich alle Darwiniſten und Antidarwiniſten herumſchlagen.

Nach der Meinung Darwins und ſeiner Anhänger ſind die

verschiedenen Species einer und derselben Gattung von Thieren und Pflanzen weiter nichts, als verschiedenartig entwickelte Abkömmlinge einer und derselben ursprünglichen Stammform. Die verschiedenen vorhin genannten Nadelholzarten würden demnach von einer einzigen ursprünglichen Pinusform abstammen. Ebenso würden alle oben angeführten Katzenarten aus einer einzigen gemeinsamen Felisform ihren Ursprung ableiten, dem Stammvater der ganzen Gattung. Weiterhin müßten dann aber, der Abstammungslehre entsprechend, auch alle verschiedenen Gattungen einer und derselben Ordnung von einer einzigen gemeinschaftlichen Urform abstammen, und ebenso endlich alle Ordnungen einer Klasse von einer einzigen Stammform.

Nach der entgegengesetzten Vorstellung der Gegner Darwins sind dagegen alle Thier- und Pflanzenspecies ganz unabhängig von einander, und nur die Einzelwesen oder Individuen einer jeden Species stammen von einer einzigen gemeinsamen Stammform ab. Fragen wir sie nun aber, wie sie sich denn diese ursprünglichen Stammformen der einzelnen Arten entstanden denken, so antworten sie uns mit einem Sprung in das Unbegreifliche: „sie sind als solche geschaffen worden."

Linné selbst bestimmte den Begriff der Species bereits in dieser Weise, indem er sagte: „Es giebt soviel verschiedene Arten, als im Anfang verschiedene Formen von dem unendlichen Wesen erschaffen worden sind." („Species tot sunt diversae, quot diversas formas ab initio creavit infinitum ens.") Er schloß sich also in dieser Beziehung aufs Engste an die mosaische Schöpfungsgeschichte an, welche ja ebenfalls die Pflanzen und Thiere „ein jegliches nach seiner Art" erschaffen werden läßt. Näher hierauf eingehend, meinte Linné, daß ursprünglich von jeder Thier- und Pflanzenart entweder ein einzelnes Individuum oder ein Pärchen geschaffen worden sei; und zwar ein Pärchen, oder wie Moses sagt: „ein Männlein und ein Fräulein" von jenen Arten, welche getrennte Geschlechter haben; für jene Arten dagegen, bei welchen jedes Individuum beiderlei Geschlechtsorgane in sich vereinigt (Hermaphroditen oder Zwitter) wie z. B. die

Regenwürmer, die Garten- und Weinbergsschnecken, sowie die große Mehrzahl der Gewächse, meinte Linné, sei es hinreichend, wenn ein einzelnes Individuum erschaffen worden sei. Linné schloß sich weiterhin an die mosaische Legende auch in Betreff der Sündfluth an, indem er annahm, daß bei dieser großen allgemeinen Ueberschwemmung alle vorhandenen Organismen ertränkt worden seien, bis auf jene wenigen Individuen von jeder Art (sieben Paar von den Vögeln und von dem reinen Vieh, ein Paar von dem unreinen Vieh), welche in der Arche Noah gerettet und nach beendigter Sündfluth auf dem Ararat an das Land gesetzt wurden. Die geographische Schwierigkeit des Zusammenlebens der verschiedensten Thiere und Pflanzen suchte er sich dadurch zu erklären: der Ararat in Armenien, in einem warmen Klima gelegen, und bis über 16,000 Fuß Höhe aufsteigend, vereinigt in sich die Bedingungen für den zeitweiligen gemeinsamen Aufenthalt auch solcher Thiere, die in verschiedenen Zonen leben. Es konnten zunächst also die an das Polarklima gewöhnten Thiere auf den kalten Gebirgsrücken hinaufklettern, die an das warme Klima gewöhnten an den Fuß hinabgehen, und die Bewohner der gemäßigten Zone in der Mitte der Berghöhe sich aufhalten. Von hier aus war die Möglichkeit gegeben, sich über die Erde nach Norden und Süden zu verbreiten.

Es ist wohl kaum nöthig, zu bemerken, daß diese Schöpfungshypothese Linné's, welche sich offenbar möglichst eng an den herrschenden Bibelglauben anzuschließen suchte, keiner ernstlichen Widerlegung bedarf. Wenn man die sonstige Klarheit des scharfsinnigen Linné erwägt, darf man vielleicht zweifeln, daß er selbst daran glaubte. Was die gleichzeitige Abstammung aller Individuen einer jeden Species von je einem Elternpaare (oder bei den hermaphroditischen Arten von je einem Stammzwitter) betrifft, so ist sie offenbar ganz unhaltbar; denn abgesehen von anderen Gründen, würden schon in den ersten Tagen nach geschehener Schöpfung die wenigen Raubthiere ausgereicht haben, sämmtlichen Pflanzenfressern den Garaus zu machen, wie die pflanzenfressenden Thiere die wenigen Individuen

der verschiedenen Pflanzenarten hätten zerstören müssen. Ein solches Gleichgewicht in der Oekonomie der Natur, wie es gegenwärtig existirt, konnte unmöglich stattfinden, wenn von jeder Art nur ein Individuum oder nur ein Paar ursprünglich und gleichzeitig geschaffen wurde.

Wie wenig übrigens Linné auf diese unhaltbare Schöpfungshypothese Gewicht legte, geht unter Anderem daraus hervor, daß er die Bastarderzeugung (Hybridismus) als eine Quelle der Entstehung neuer Arten anerkannte. Er nahm an, daß eine große Anzahl von selbstständigen neuen Species auf diesem Wege, durch geschlechtliche Vermischung zweier verschiedener Species, entstanden sei. In der That kommen solche Bastarde (Hybridae) durchaus nicht selten in der Natur vor, und es ist jetzt erwiesen, daß eine große Anzahl von Arten z. B. aus den Gattungen der Brombeere (Rubus), des Wollkrauts (Verbascum), der Weide (Salix), der Distel (Cirsium) Bastarde von verschiedenen Arten dieser Gattungen sind. Ebenso kennen wir Bastarde von Hasen und Kaninchen (zwei Species der Gattung Lepus), ferner Bastarde verschiedener Arten der Hundegattung (Canis) u. s. w., welche als selbstständige Arten sich fortzupflanzen im Stande sind.

Es ist gewiß sehr bemerkenswerth, daß Linné bereits die physiologische (also mechanische) Entstehung von neuen Species auf diesem Wege der Bastardzeugung behauptete. Offenbar steht dieselbe in unvereinbarem Gegensatze mit der übernatürlichen Entstehung der anderen Species durch Schöpfung, welche er der mosaischen Schöpfungsgeschichte gemäß annahm. Die eine Abtheilung der Species würde demnach durch dualistische (teleologische) Schöpfung, die andere durch monistische (mechanische) Entwickelung entstanden sein.

Das große und wohlverdiente Ansehen, welches sich Linné durch seine systematische Klassifikation und durch seine übrigen Verdienste um die Biologie erworben hatte, war offenbar die Ursache, daß auch seine Schöpfungsansichten das ganze vorige Jahrhundert hindurch unangefochten in voller und ganz allgemeiner Geltung blieben. Wenn nicht die ganze systematische Zoologie und Botanik die

von Linné eingeführte Unterscheidung, Klassifikation und Benennung der Arten, und den damit verbundenen dogmatischen Speciesbegriff mehr oder minder unverändert beibehalten hätte, würde man nicht begreifen, daß seine Vorstellung von einer selbstständigen Schöpfung der einzelnen Species selbst bis auf den heutigen Tag ihre Herrschaft behaupten konnte. Nur durch die große Autorität Linné's und durch seine Anlehnung an den herrschenden Bibelglauben war die Erhaltung seiner Schöpfungshypothese bis auf unsere Zeit möglich.

# Dritter Vortrag.

## Schöpfungsgeschichte nach Cuvier und Agassiz.

---

Allgemeine theoretische Bedeutung des Speciesbegriffs. Unterschied in der theoretischen und praktischen Bestimmung des Artbegriffs. Cuviers Definition der Species. Cuviers Verdienste als Begründer der vergleichenden Anatomie. Unterscheidung der vier Hauptformen (Typen oder Zweige) des Thierreichs durch Cuvier und Bär. Cuviers Verdienste um die Paläontologie. Seine Hypothese von den Revolutionen des Erdballs und den durch dieselben getrennten Schöpfungsperioden. Unbekannte, übernatürliche Ursachen dieser Revolutionen und der darauf folgenden Neuschöpfungen. Teleologisches Natursystem von Agassiz. Seine Vorstellungen vom Schöpfungsplane und dessen sechs Kategorien (Gruppenstufen des Systems). Agassiz' Ansichten von der Erschaffung der Species. Grobe Vermenschlichung (Anthropomorphismus) des Schöpfers in der Schöpfungshypothese von Agassiz. Innere Unhaltbarkeit derselben und Widersprüche mit den von Agassiz entdeckten wichtigen paläontologischen Gesetzen.

Meine Herren! Der entscheidende Schwerpunkt in dem Meinungskampfe, der von den Naturforschern über die Entstehung der Organismen, über ihre Schöpfung oder Entwickelung geführt wird, liegt in den Vorstellungen, welche man sich von dem Wesen der Art oder Species macht. Entweder hält man mit Linné die verschiedenen Arten für selbstständige, von einander unabhängige Schöpfungsformen, oder man nimmt mit Darwin deren Blutsverwandtschaft an. Wenn man Linné's Ansicht theilt (welche wir in dem letzten Vortrag auseinandersetzten), daß die verschiedenen organischen Species unabhängig von einander entstanden sind, daß sie keine

Blutsverwandtſchaft haben, ſo iſt man zu der Annahme gezwungen, daß dieſelben ſelbſtſtändig erſchaffen ſind; man muß entweder für jedes einzelne organiſche Individuum einen beſonderen Schöpfungsakt annehmen (wozu ſich wohl kein Naturforſcher entſchließen wird), oder man muß alle Individuen einer jeden Art von einem einzigen Individuum oder von einem einzigen Stammpaare ableiten, welches nicht auf natürlichem Wege entſtanden, ſondern durch den Machtſpruch eines Schöpfers in das Daſein gerufen iſt. Damit verläßt man aber das ſichere Gebiet vernunftgemäßer Natur-Erkenntniß und flüchtet ſich in das mythologiſche Reich des Wunderglaubens.

Wenn man dagegen mit Darwin die Formenähnlichkeit der verſchiedenen Arten auf wirkliche Blutsverwandtſchaft bezieht, ſo muß man alle verſchiedenen Species der Thier- und Pflanzenwelt als veränderte Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen, höchſt einfachen, urſprünglichen Stammformen betrachten. Durch dieſe Anſchauung gewinnt das natürliche Syſtem der Organismen (die baumartig verzweigte Anordnung und Eintheilung derſelben in Klaſſen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten) die Bedeutung eines wirklichen Stammbaums, deſſen Wurzel durch jene uralten längſt verſchwundenen Stammformen gebildet wird. Eine wirklich naturgemäße und folgerichtige Betrachtung der Organismen kann aber auch für dieſe einfachſten urſprünglichen Stammformen keinen übernatürlichen Schöpfungsakt annehmen, ſondern nur eine Entſtehung durch Urzeugung (Archigonie oder Generatio spontanea). Durch Darwins Anſicht von dem Weſen der Species gelangen wir daher zu einer natürlichen Entwickelungstheorie, durch Linné's Auffaſſung des Artbegriffs dagegen zu einem übernatürlichen Schöpfungsdogma.

Die meiſten Naturforſcher nach Linné, deſſen große Verdienſte um die unterſcheidende und beſchreibende Naturwiſſenſchaft ihm das höchſte Anſehen gewannen, traten in ſeine Fußtapfen, und ohne weiter über die Entſtehung der Organiſation nachzudenken, nahmen ſie in dem Sinne Linné's eine ſelbſtſtändige Schöpfung der einzelnen

Arten an, in Uebereinstimmung mit dem mosaischen Schöpfungsbericht. Die Grundlage ihrer Speciesauffassung bildete Linné's Ausspruch: „Es giebt so viele Arten, als ursprünglich verschiedene Formen erschaffen worden sind." Jedoch müssen wir hier, ohne näher auf die Begriffsbestimmung der Species einzugehen, sogleich bemerken, daß alle Zoologen und Botaniker in der systematischen Praxis, bei der praktischen Unterscheidung und Benennung der Thier- und Pflanzenarten, sich nicht im Geringsten um jene angenommene Schöpfung ihrer elterlichen Stammformen kümmerten, und auch wirklich nicht kümmern konnten. In dieser Beziehung macht einer unserer ersten Zoologen, der geistvolle Fritz Müller, folgende treffende Bemerkung: „Wie es in christlichen Landen eine Katechismus-Moral giebt, die Jeder im Munde führt, Niemand zu befolgen sich verpflichtet hält, oder von anderen befolgt zu sehen erwartet, so hat auch die Zoologie ihre Dogmen, die man ebenso allgemein bekennt, als in der Praxis verläugnet." („Für Darwin", S. 71)[16]. Ein solches vernunftwidriges, aber gerade darum mächtiges Dogma, und zwar das mächtigste von allen, ist das angebetete Linné'sche Species-Dogma. Obwohl die allermeisten Naturforscher demselben blindlings sich unterwarfen, waren sie doch natürlich niemals in der Lage, die Abstammung aller zu einer Art gehörigen Individuen von jener gemeinsamen, ursprünglich erschaffenen Stammform der Art nachweisen zu können. Vielmehr bedienten sich sowohl die Zoologen als die Botaniker in ihrer systematischen Praxis ausschließlich der Formähnlichkeit, um die verschiedenen Arten zu unterscheiden und zu benennen. Sie stellten in eine Art oder Species alle organischen Einzelwesen, die einander in der Formbildung sehr ähnlich oder fast gleich waren, und die sich nur durch sehr unbedeutende Formenunterschiede von einander trennen ließen. Dagegen betrachteten sie als verschiedene Arten diejenigen Individuen, welche wesentlichere oder auffallendere Unterschiede in ihrer Körpergestaltung darboten. Natürlich war aber damit der größten Willkür in der systematischen Artunterscheidung Thür und Thor geöffnet. Denn da niemals alle Individuen einer

Species in allen Stücken völlig gleich sind, vielmehr jede Art mehr oder weniger abändert (variirt), so vermochte Niemand zu sagen, welcher Grad der Abänderung eine wirkliche „gute Art", welcher Grad bloß eine Spielart oder Rasse (Varietät) bezeichne.

Nothwendig mußte diese dogmatische Auffassung des Speciesbegriffes und die damit verbundene Willkür zu den unlösbarsten Widersprüchen und zu den unhaltbarsten Annahmen führen. Dies zeigt sich deutlich schon bei demjenigen Naturforscher, welcher nächst Linné den größten Einfluß auf die Ausbildung der Thierkunde gewann, bei dem berühmten Cuvier (geb. 1769). Er schloß sich in seiner Auffassung und Bestimmung des Speciesbegriffs im Ganzen an Linné an, und theilte seine Vorstellung von einer unabhängigen Erschaffung der einzelnen Arten. Die Unveränderlichkeit derselben hielt Cuvier für so wichtig, daß er sich bis zu dem thörichten Ausspruche verstieg: „die Beständigkeit der Species ist eine nothwendige Bedingung für die Existenz der wissenschaftlichen Naturgeschichte." Da Linné's Definition der Species ihm nicht genügte, machte er den Versuch, eine genauere und für die systematische Praxis mehr verwerthbare Begriffsbestimmung derselben zu geben, und zwar in folgender Definition: „Zu einer Art gehören alle diejenigen Individuen der Thiere und der Pflanzen, welche entweder von einander oder von gemeinsamen Stammeltern bewiesenermaßen abstammen, oder welche diesen so ähnlich sind, als die letzteren unter sich."

Cuvier dachte sich also in dieser Beziehung Folgendes: „Bei denjenigen organischen Individuen, von denen wir wissen, sie stammen von einer und derselben Elternform ab, bei denen also ihre gemeinsame Abstammung empirisch erwiesen ist, leidet es keinen Zweifel, daß sie zu einer Art gehören, mögen dieselben nun wenig oder viel von einander abweichen, mögen sie fast gleich oder sehr ungleich sein. Ebenso gehören dann aber zu dieser Art auch alle diejenigen Individuen, welche von den letzteren (den aus gemeinsamem Stamm empirisch abgeleiteten) nicht mehr verschieden sind, als diese unter sich von einander abweichen." Bei näherer Betrachtung dieser Species-

definition Cuviers zeigt sich sofort, daß dieselbe weder theoretisch befriedigend, noch praktisch anwendbar ist. Cuvier fing mit dieser Definition bereits an, sich in dem Kreise herum zu drehen, in welchem fast alle folgenden Definitionen der Species im Sinne ihrer Unveränderlichkeit sich bewegt haben.

Bei der außerordentlichen Bedeutung, welche George Cuvier für die organische Naturwissenschaft gewonnen hat, angesichts der fast unbeschränkten Alleinherrschaft, welche seine Ansichten während der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts in der Thierkunde ausübten, erscheint es an dieser Stelle angemessen, seinen Einfluß noch etwas näher zu beleuchten. Es ist dies um so nöthiger, als wir in Cuvier den bedeutendsten Gegner der Abstammungslehre und der monistischen Naturauffassung zu bekämpfen haben.

Unter den vielen und großen Verdiensten Cuviers stehen obenan diejenigen, welche er sich als Gründer der vergleichenden Anatomie erwarb. Während Linné die Unterscheidung der Arten, Gattungen, Ordnungen und Klassen meistens auf äußere Charaktere, auf einzelne, leicht auffindbare Merkmale in der Zahl, Größe, Lage und Gestalt einzelner organischer Theile des Körpers gründete, drang Cuvier viel tiefer in das Wesen der Organisation ein. Er wies große und durchgreifende Verschiedenheiten in dem inneren Bau der Thiere als die wesentliche Grundlage einer wissenschaftlichen Erkenntniß und Klassifikation derselben nach. Er unterschied natürliche Familien in den Thierklassen und er gründete auf deren vergleichende Anatomie sein natürliches System des Thierreichs.

Der Fortschritt von dem künstlichen System Linné's zu dem natürlichen System Cuviers war außerordentlich bedeutend. Linné hatte sämmtliche Thiere in eine einzige Reihe geordnet, welche er in sechs Klassen eintheilte, zwei wirbellose und vier Wirbelthierklassen. Er unterschied dieselben künstlich nach der Beschaffenheit des Blutes und des Herzens. Cuvier dagegen zeigte, daß man im Thierreich vier große natürliche Hauptabtheilungen unterscheiden müsse, welche er Hauptformen oder Generalpläne oder Zweige des Thierreichs (Em-

branchements) nannte, nämlich 1) die Wirbelthiere (Vertebrata), 2) die Gliederthiere (Articulata), 3) die Weichthiere (Mollusca), und 4) die Strahlthiere (Radiata). Er wies ferner nach, daß in jedem dieſer vier Zweige ein eigenthümlicher Bauplan oder Typus erkennbar ſei, welcher dieſen Zweig von jedem der drei andern Zweige unterſcheidet. Bei den Wirbelthieren iſt derſelbe durch die Beſchaffenheit des inneren Skelets oder Knochengerüſtes, ſowie durch den Bau und die Lage des Rückenmarks, abgeſehen von vielen anderen Eigenthümlichkeiten, beſtimmt ausgedrückt. Die Gliederthiere werden durch ihr Bauchmark und ihr Rückenherz charakteriſirt. Für die Weichthiere iſt die ſackartige, ungegliederte Körperform bezeichnend. Die Strahlthiere endlich unterſcheiden ſich von den drei anderen Hauptformen durch die Zuſammenſetzung ihres Körpers aus vier oder mehreren ſtrahlenförmig vereinigten Hauptabſchnitten (Antimeren).

Man pflegt gewöhnlich die Unterſcheidung dieſer vier thieriſchen Hauptformen, welche ungemein fruchtbar für die weitere Entwickelung der Zoologie wurde, Cuvier allein zuzuſchreiben. Indeſſen wurde derſelbe Gedanke faſt gleichzeitig, und unabhängig von Cuvier, von einem der größten, noch lebenden Naturforſcher ausgeſprochen, von Bär, welcher um die Entwickelungsgeſchichte der Thiere ſich die hervorragendſten Verdienſte erwarb. Bär zeigte, daß man auch in der Entwickelungsweiſe der Thiere vier verſchiedene Hauptformen oder Typen unterſcheiden müſſe[20]). Dieſe entſprechen den vier thieriſchen Bauplänen, welche Cuvier auf Grund der vergleichenden Anatomie unterſchieden hatte. So z. B. ſtimmt die individuelle Entwickelung aller Wirbelthiere in ihren Grundzügen von Anfang an ſo ſehr überein, daß man die Keimanlagen oder Embryonen der verſchiedenen Wirbelthiere (z. B. der Reptilien, Vögel und Säugethiere) in der früheſten Zeit gar nicht unterſcheiden kann. Erſt im weiteren Verlaufe der Entwickelung treten allmählich die tieferen Formunterſchiede auf, welche jene verſchiedenen Klaſſen und deren Ordnungen von einander trennen. Ebenſo iſt die Körperanlage, welche ſich bei der individuellen Entwickelung der Gliederthiere

(Insekten, Spinnen, Krebse) ausbildet, von Anfang an bei allen Gliederthieren im Wesentlichen gleich, dagegen verschieden von derjenigen aller Wirbelthiere. Dasselbe gilt mit gewissen Einschränkungen von den Weichthieren und von den Strahlthieren.

Weder Bär, welcher auf dem Wege der individuellen Entwickelungsgeschichte (oder Embryologie), noch Cuvier, welcher auf dem Wege der vergleichenden Anatomie zur Unterscheidung der vier thierischen Typen oder Hauptformen gelangte, erkannte die wahre Ursache dieses typischen Unterschiedes. Diese wird uns nur durch die Abstammungslehre enthüllt. Die wunderbare und wirklich überraschende Aehnlichkeit in der inneren Organisation, in den anatomischen Strukturverhältnissen, und die noch merkwürdigere Uebereinstimmung in der embryonalen Entwickelung bei allen Thieren, welche zu einem und demselben Typus, z. B. zu dem Zweige der Wirbelthiere, gehören, erklärt sich in der einfachsten Weise durch die Annahme einer gemeinsamen Abstammung derselben von einer einzigen Stammform. Entschließt man sich nicht zu dieser Annahme, so bleibt jene durchgreifende Uebereinstimmung der verschiedensten Wirbelthiere im inneren Bau und in der Entwickelungsweise vollkommen unerklärlich. Sie kann nur durch die Vererbung erklärt werden.

Nächst der vergleichenden Anatomie der Thiere und der durch diese neu begründeten systematischen Zoologie, war es besonders die Versteinerungskunde oder Paläontologie, um welche sich Cuvier die größten Verdienste erwarb. Wir müssen dieser um so mehr gedenken, als gerade die paläontologischen und die damit verbundenen geologischen Ansichten Cuviers in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts sich fast allgemein im höchsten Ansehen erhielten, und der Entwickelung der natürlichen Schöpfungsgeschichte die größten Hindernisse entgegenstellten.

Die Versteinerungen oder Petrefakten, deren wissenschaftliche Kenntniß Cuvier im Anfange unseres Jahrhunderts in umfassendstem Maße förderte und für die Wirbelthiere ganz neu begründete, spielen in der „natürlichen Schöpfungsgeschichte" eine der

wichtigſten Rollen. Denn dieſe in verſteinertem Zuſtande uns erhaltenen Reſte und Abdrücke von ausgeſtorbenen Thieren und Pflanzen ſind die wahren „Denkmünzen der Schöpfung", die untrüglichen und unanfechtbaren Urkunden, welche unſere wahrhaftige Geſchichte der Organismen auf unerſchütterlicher Grundlage feſtſtellen. Alle verſteinerten oder foſſilen Reſte und Abdrücke berichten uns von der Geſtalt und dem Bau ſolcher Thiere und Pflanzen, welche entweder die Urahnen und die Voreltern der jetzt lebenden Organismen ſind, oder aber ausgeſtorbene Seitenlinien, die ſich von einem gemeinſamen Stamm mit den jetzt lebenden Organismen abgezweigt haben.

Dieſe unſchätzbar werthvollen Urkunden der Schöpfungsgeſchichte haben ſehr lange Zeit hindurch eine höchſt untergeordnete Rolle in der Wiſſenſchaft geſpielt. Allerdings wurde die wahre Natur derſelben ſchon mehr als ein halbes Jahrtauſend vor Chriſtus ganz richtig erkannt, und zwar von dem großen griechiſchen Philoſophen Xenophanes von Kolophon, demſelben, welcher die ſogenannte eleatiſche Philoſophie begründete und zum erſten Male mit überzeugender Schärfe den Beweis führte, daß alle Vorſtellungen von perſönlichen Göttern nur auf mehr oder weniger grobe Anthropomorphismen oder Vermenſchlichungen hinauslaufen. Xenophanes ſtellte zum erſten Male die Behauptung auf, daß die foſſilen Abdrücke von Thieren und Pflanzen wirkliche Reſte von vormals lebenden Geſchöpfen ſeien, und daß die Berge, in deren Geſtein man ſie findet, früher unter Waſſer geſtanden haben müßten. Aber obſchon auch andere große Philoſophen des Alterthums, und unter dieſen namentlich Ariſtoteles, jene richtige Erkenntniß theilten, blieb dennoch während des rohen Mittelalters allgemein, und bei vielen Naturforſchern ſelbſt noch im vorigen Jahrhundert, die Anſicht herrſchend, daß die Verſteinerungen ſogenannte Naturſpiele ſeien (Lusus naturae), oder Produkte einer unbekannten Bildungskraft der Natur, eines Geſtaltungstriebes (Nisus formativus, Vis plastica). Ueber das Weſen und die Thätigkeit dieſer räthſelhaften und

mystischen Bildungskraft machte man sich die abenteuerlichsten Vorstellungen. Einige glaubten, daß diese bildende Schöpfungskraft, dieselbe, der sie auch die Entstehung der lebenden Thier- und Pflanzenarten zuschrieben, zahlreiche Versuche gemacht habe, Organismen verschiedener Form zu schaffen; diese Versuche seien aber nur theilweise gelungen, häufig fehlgeschlagen, und solche mißglückte Versuche seien die Versteinerungen. Nach Anderen sollten die Petrefakten durch den Einfluß der Sterne im Inneren der Erde entstehen. Andere machten sich eine noch gröbere Vorstellung, daß nämlich der Schöpfer zunächst aus mineralischen Substanzen, z. B. aus Gyps oder Thon, vorläufige Modelle von denjenigen Pflanzen- und Thierformen gemacht habe, die er später in organischer Substanz ausführte, und denen er seinen lebendigen Odem einhauchte; die Petrefakten seien solche rohe, anorganische Modelle. Selbst noch im vorigen Jahrhundert waren solche rohe Ansichten verbreitet, und es wurde z. B. eine besondere „Samenluft" (Aura seminalis) angenommen, welche mit dem Wasser in die Erde dringe und durch Befruchtung der Gesteine die Petrefakten, das „Steinfleisch" (Caro fossilis) bilde.

Sie sehen, es dauerte gewaltig lange, ehe die einfache und naturgemäße Vorstellung zur Geltung gelangte, daß die Versteinerungen wirklich nicht Anderes seien, als das, was schon der einfache Augenschein lehrt: die unverweslichen Ueberbleibsel von gestorbenen Organismen. Zwar wagte der berühmte Maler Leonardo da Vinci schon im fünfzehnten Jahrhundert zu behaupten, daß der aus dem Wasser beständig sich absetzende Schlamm die Ursache der Versteinerungen sei, indem er die auf dem Boden der Gewässer liegenden unverweslichen Kalkschalen der Muscheln und Schnecken umschließe, und allmählich zu festem Gestein erhärte. Das Gleiche behauptete auch im sechszehnten Jahrhundert ein Pariser Töpfer, Palissy, welcher sich durch seine Porzellanerfindung berühmt machte. Allein die sogenannten „Gelehrten von Fach" waren weit entfernt, diese richtigen Ausspräche des einfachen gesunden Menschenverstandes zu würdigen, und erst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts,

während der Begründung der neptuniſtiſchen Geologie durch Werner, gewannen dieſelben allgemeine Geltung.*

Die Begründung der ſtrengeren wiſſenſchaftlichen Paläontologie fällt jedoch erſt in den Anfang unſeres Jahrhunderts, als Cuvier ſeine klaſſiſchen Unterſuchungen über die verſteinerten Wirbelthiere, und ſein großer Gegner Lamarck ſeine bahnbrechenden Forſchungen über die foſſilen wirbelloſen Thiere, namentlich die verſteinerten Schnecken und Muſcheln, veröffentlichte. In ſeinem berühmten Werke „über die foſſilen Knochen" der Wirbelthiere, insbeſondere der Säugethiere und Reptilien, gelangte Cuvier bereits zur Erkenntniß einiger ſehr wichtigen und allgemeinen paläontologiſchen Geſetze, welche für die Schöpfungsgeſchichte große Bedeutung gewannen. Dahin gehört vor Allen der Satz, daß die ausgeſtorbenen Thierarten, deren Ueberbleibſel wir in den verſchiedenen, über einander liegenden Schichten der Erdrinde verſteinert vorfinden, ſich um ſo auffallender von den jetzt noch lebenden, verwandten Thierarten unterſcheiden, je tiefer jene Erdſchichten liegen, d. h. je früher die Thiere in der Vorzeit lebten. In der That findet man bei jedem ſenkrechten Durchſchnitt der geſchichteten Erdrinde, daß die verſchiedenen, aus dem Waſſer in beſtimmter hiſtoriſcher Reihenfolge abgeſetzten Erdſchichten durch verſchiedene Petrefakten charakteriſirt ſind, und daß dieſe ausgeſtorbenen Organismen denjenigen der Gegenwart um ſo ähnlicher werden, je weiter wir in der Schichtenfolge aufwärts ſteigen, d. h. je jünger die Periode der Erdgeſchichte war, in der ſie lebten, ſtarben, und von den abgelagerten und erhärtenden Schlammſchichten umſchloſſen wurden.

So wichtig dieſe allgemeine Wahrnehmung Cuviers einerſeits war, ſo wurde ſie doch andrerſeits für ihn die Quelle eines folgenſchweren Irrthums. Denn indem er die charakteriſtiſchen Verſteinerungen jeder einzelnen größeren Schichtengruppe, welche während eines Hauptabſchnittes der Erdgeſchichte abgelagert wurde, für gänzlich verſchieden von denen der darüber und der darunter liegenden Schichtengruppe hielt, indem er irrthümlich glaubte, daß niemals eine

und dieſelbe Thierart in zwei auf einander folgenden Schichtengruppen ſich vorfinde, gelangte er zu der falſchen Vorſtellung, welche für die meiſten nachfolgenden Naturforſcher maßgebend wurde, daß eine Reihe von ganz verſchiedenen Schöpfungsperioden aufeinander gefolgt ſei. Jede Periode ſollte ihre ganz beſondere Thier- und Pflanzenwelt, eine ihr eigenthümliche, ſpecifiſche Fauna und Flora beſeſſen haben. Cuvier ſtellte ſich vor, daß die ganze Geſchichte der Erdrinde ſeit der Zeit, ſeit welcher überhaupt lebende Weſen auf der Erdrinde auftraten, in eine Anzahl vollkommen getrennter Perioden oder Hauptabſchnitte zerfalle, und daß die einzelnen Perioden durch eigenthümliche Umwälzungen unbekannter Natur, ſogenannte Revolutionen (Kataklysmen oder Kataſtrophen) von einander geſchieden ſeien. Jede Revolution hatte zunächſt die vollkommene Vernichtung der damals lebenden Thier- und Pflanzenwelt zur Folge, und nach ihrer Beendigung fand eine vollſtändig neue Schöpfung der organiſchen Formen ſtatt. Eine neue Welt von Thieren und Pflanzen, durchweg ſpecifiſch verſchieden von denen der vorhergehenden Geſchichtsperiode, wurde mit einem Male in das Leben gerufen, und bevölkerte nun wieder eine Reihe von Jahrtauſenden hindurch den Erdball, bis ſie plötzlich durch den Eintritt einer neuen Revolution zu Grunde ging.

Von dem Weſen und den Urſachen dieſer Revolutionen ſagte Cuvier ausdrücklich, daß man ſich keine Vorſtellung darüber machen könne, und daß die jetzt wirkſamen Kräfte der Natur zu einer Erklärung derſelben nicht ausreichten. Als natürliche Kräfte oder mechaniſche Agentien, welche in der Gegenwart beſtändig, obwohl langſam, an einer Umgeſtaltung der Erdoberfläche arbeiten, führt Cuvier vier wirkende Urſachen auf: erſtens den Regen, welcher die ſteilen Gebirgsabhänge abſpült und Schutt an deren Fuß anhäuft; zweitens die fließenden Gewäſſer, welche dieſen Schutt fortführen und als Schlamm im ſtehenden Waſſer abſetzen; drittens das Meer, deſſen Brandung die ſteilen Küſtenränder abnagt, und an flachen Küſtenſäumen Dünen aufwirft; und endlich viertens die Vulkane, welche die Schichten der erhärteten Erdrinde durchbrechen und

in die Höhe heben, und welche ihre Auswurfsprodukte aufhäufen und umherſtreuen. Während Cuvier die beſtändige langſame Umbildung der gegenwärtigen Erdoberfläche durch dieſe vier mächtigen Urſachen anerkennt, behauptet er gleichzeitig, daß dieſelben nicht ausgereicht haben könnten, um die Erdrevolutionen der Vorzeit auszuführen, und daß man den anatomiſchen Bau der ganzen Erdrinde nicht durch die nothwendige Wirkung jener mechaniſchen Agentien erklären könne: vielmehr müßten jene wunderbaren, großen Umwälzungen der ganzen Erdoberfläche durch ganz eigenthümliche, uns gänzlich unbekannte Urſachen bewirkt worden ſein; der gewöhnliche Entwickelungsfaden ſei durch dieſe Revolutionen zerriſſen, der Gang der Natur verändert.

Dieſe Anſichten legte Cuvier in einem beſonderen, auch ins Deutſche überſetzten Buche nieder: „Ueber die Revolutionen der Erdoberfläche, und die Veränderungen, welche ſie im Thierreich hervorgebracht haben". Sie erhielten ſich lange Zeit hindurch in allgemeiner Geltung, und wurden das größte Hinderniß für die Entwickelung einer natürlichen Schöpfungsgeſchichte. Denn wenn wirklich ſolche, Alles vernichtende Revolutionen exiſtirt hatten, ſo war natürlich eine Continuität der Artenentwickelung, ein zuſammenhängender Faden der organiſchen Erdgeſchichte gar nicht anzunehmen, und man mußte dann ſeine Zuflucht zu der Wirkſamkeit übernatürlicher Kräfte, zum Eingriff von Wundern in den natürlichen Gang der Dinge nehmen. Nur durch Wunder konnten die Revolutionen der Erde herbeigeführt ſein, und nur durch Wunder konnte nach deren Aufhören, am Anfange jeder neuen Periode, eine neue Thier- und Pflanzenwelt geſchaffen ſein. Für das Wunder hat aber die Naturwiſſenſchaft nirgends einen Platz, ſofern man unter Wunder einen Eingriff übernatürlicher Kräfte in den natürlichen Entwickelungsgang der Materie verſteht.

Ebenſo wie die große Autorität, welche ſich Linné durch die ſyſtematiſche Unterſcheidung und Benennung der organiſchen Arten gewonnen hatte, bei ſeinen Nachfolgern zu einer völligen Verknöcherung des dogmatiſchen Speciesbegriffs, und zu einem wahren Miß-

brauche der ſyſtematiſchen Artunterſcheidung führte; ebenſo wurden die großen Verdienſte, welche ſich Cuvier um Kenntniß und Unterſcheidung der ausgeſtorbenen Arten erworben hatte, die Urſache einer allgemeinen Annahme ſeiner Revolutions- oder Kataſtrophenlehre, und der damit verbundenen grundfalſchen Schöpfungsanſichten. In Folge deſſen hielten während der erſten Hälfte unſeres Jahrhunderts die meiſten Zoologen und Botaniker an der Anſicht feſt, daß eine Reihe unabhängiger Perioden der organiſchen Erdgeſchichte exiſtirt habe; jede Periode ſei durch eine beſtimmte, ihr ganz eigenthümliche Bevölkerung von Thier- und Pflanzenarten ausgezeichnet geweſen; dieſe ſei am Ende der Periode durch eine allgemeine Revolution vernichtet, und nach dem Aufhören der letzteren wiederum eine neue, ſpecifiſch verſchiedene Thier- und Pflanzenwelt erſchaffen worden. Zwar machten ſchon frühzeitig einzelne ſelbſtſtändig denkende Köpfe, vor Allen der große Naturphiloſoph Lamarck, eine Reihe von gewichtigen Gründen geltend, welche dieſe Kataklysmentheorie Cuviers widerlegten, und welche vielmehr auf eine ganz zuſammenhängende und ununterbrochene Entwickelungsgeſchichte der geſammten organiſchen Erdbevölkerung aller Zeiten hinwieſen. Sie behaupteten, daß die Thier- und Pflanzenarten der einzelnen Perioden von denen der nächſt vorhergehenden Periode abſtammen und nur die veränderten Nachkommen der erſteren ſeien. Indeſſen der großen Autorität Cuviers gegenüber vermochte damals dieſe richtige Anſicht noch nicht durchzudringen. Ja ſelbſt nachdem durch Lyells 1830 erſchienene, klaſſiſche Prinzipien der Geologie die Kataſtrophenlehre Cuviers aus dem Gebiete der Geologie gänzlich verdrängt worden war, blieb ſeine Anſicht von der ſpecifiſchen Verſchiedenheit der verſchiedenen organiſchen Schöpfungen trotzdem auf dem Gebiete der Paläontologie noch vielfach in Geltung. (Gen. Morph. II, 312.)

Durch einen ſeltſamen Zufall geſchah es vor fünfzehn Jahren, daß faſt zu derſelben Zeit, als Cuviers Schöpfungsgeſchichte durch Darwins Werk ihren Todesſtoß erhielt, ein anderer berühmter Naturforſcher den Verſuch unternahm, dieſelbe von Neuem zu begründen, und

in ſchroffſter Form als Theil eines teleologiſch-theologiſchen Naturſyſtems durchzuführen. Der Schweizer Geologe Louis Agaſſiz nämlich, welcher durch ſeine von Schimper und Charpentier entlehnten Gletſcher- und Eiszeittheorien einen hohen Ruf erlangt hat, und welcher eine Reihe von Jahren in Nordamerika lebte (geſtorben 1873), begann 1858 die Veröffentlichung eines großartig angelegten Werkes, welches den Titel führt: „Beiträge zur Naturgeſchichte der vereinigten Staaten von Nordamerika". Der erſte Band dieſer Naturgeſchichte, welche durch den Patriotismus der Nordamerikaner eine für ein ſo großes und koſtſpieliges Werk unerhörte Verbreitung erhielt, führt den Titel: „Ein Verſuch über Klaſſifikation[5])". Agaſſiz erläutert in dieſem Verſuche nicht allein das natürliche Syſtem der Organismen und die verſchiedenen darauf abzielenden Klaſſifikationsverſuche der Naturforſcher, ſondern auch alle allgemeinen biologiſchen Verhältniſſe, welche darauf Bezug haben. Die Entwickelungsgeſchichte der Organismen, und zwar ſowohl die embryologiſche als die paläontologiſche, ferner die vergleichende Anatomie, ſodann die allgemeine Oekonomie der Natur, die geographiſche und topographiſche Verbreitung der Thiere und Pflanzen, kurz faſt alle allgemeinen Erſcheinungsreihen der organiſchen Natur, kommen in dem Klaſſifikationsverſuche von Agaſſiz zur Beſprechung, und werden ſämmtlich in einem Sinne und von einem Standpunkte aus erläutert, welcher demjenigen Darwins auf das Schroffſte gegenüberſteht. Während das Hauptverdienſt Darwins darin beſteht, natürliche Urſachen für die Entſtehung der Thier- und Pflanzenarten nachzuweiſen, und ſomit die mechaniſche oder moniſtiſche Weltanſchauung auch auf dieſem ſchwierigſten Gebiete der Schöpfungsgeſchichte geltend zu machen, iſt Agaſſiz im Gegentheil überall beſtrebt, jeden mechaniſchen Vorgang aus dieſem ganzen Gebiete völlig auszuſchließen und überall den übernatürlichen Eingriff eines perſönlichen Schöpfers an die Stelle der natürlichen Kräfte der Materie zu ſetzen, mithin eine entſchieden teleologiſche oder dualiſtiſche Weltanſchauung zur Geltung zu bringen. Schon aus dieſem Grunde iſt es gewiß angemeſſen, wenn

ich hier auf die biologischen Ansichten von Agassiz, und insbesondere auf seine Schöpfungsvorstellungen, etwas näher eingehe, um so mehr, als kein anderes Werk unserer Gegner jene wichtigen allgemeinen Grundfragen mit gleicher Ausführlichkeit behandelt, und als zugleich die völlige Unhaltbarkeit ihrer dualistischen Weltanschauung sich daraus auf das Klarste ergiebt.

Die organische Art oder Species, deren verschiedenartige Auffassung wir oben als den eigentlichen Angelpunkt der entgegengesetzten Schöpfungsansichten bezeichnet haben, wird von Agassiz, ebenso wie von Cuvier und Linné, als eine in allen wesentlichen Merkmalen unveränderliche Gestalt angesehen; zwar können die Arten innerhalb enger Grenzen abändern oder variiren, aber nur in unwesentlichen, niemals in wesentlichen Eigenthümlichkeiten. Niemals können aus den Abänderungen oder Varietäten einer Art wirklich neue Species hervorgehen. Keine von allen organischen Arten stammt also jemals von einer anderen ab; vielmehr ist jede einzelne für sich von Gott geschaffen worden. Jede einzelne Thierart ist, wie sich Agassiz ausdrückt, ein verkörperter Schöpfungsgedanke Gottes.

In schroffem Gegensatz zu der durch die paläontologische Erfahrung festgestellten Thatsache, daß die Zeitdauer der einzelnen organischen Arten eine höchst ungleiche ist, und daß viele Species unverändert durch mehrere aufeinander folgende Perioden der Erdgeschichte hindurchgehen, während Andere nur einen kleinen Bruchtheil einer solchen Periode durchlebten, behauptet Agassiz, daß niemals eine und dieselbe Species in zwei verschiedenen Perioden vorkomme, und daß vielmehr jede einzelne Periode durch eine ganz eigenthümliche, ihr ausschließlich angehörige Bevölkerung von Thier- und Pflanzenarten charakterisirt sei. Er theilt ferner Cuviers Ansicht, daß durch die großen und allgemeinen Revolutionen der Erdoberfläche, welche je zwei auf einander folgende Perioden trennten, jene ganze Bevölkerung vernichtet und nach deren Untergang eine neue, davon specifisch verschiedene geschaffen wurde. Diese Neuschöpfung läßt Agassiz in der Weise geschehen, daß jedesmal die gesammte Erdbevölkerung in

ihrer durchſchnittlichen Individuenzahl und in den der Oekonomie der Natur entſprechenden Wechſelbeziehungen der einzelnen Arten vom Schöpfer als Ganzes plötzlich in die Welt geſetzt worden ſei. Hiermit tritt er einem der beſtbegründeten und wichtigſten Geſetze der Thier- und Pflanzengeographie entgegen, dem Geſetze nämlich, daß jede Species einen einzigen urſprünglichen Entſtehungsort oder einen ſogenannten Schöpfungsmittelpunkt beſitzt, von dem aus ſie ſich über die übrige Erde allmählich verbreitet hat. Statt deſſen läßt Agaſſiz jede Species an verſchiedenen Stellen der Erdoberfläche und ſogleich in einer größeren Anzahl von Individuen geſchaffen werden.

Das natürliche Syſtem der Organismen, deſſen verſchiedene über einander geordnete Gruppenſtufen oder Kategorien, die Zweige, Klaſſen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, wir der Abſtammungslehre gemäß als verſchiedene Aeſte und Zweige des gemeinſchaftlichen organiſchen Stammbaumes betrachten, iſt nach Agaſſiz der unmittelbare Ausdruck des göttlichen Schöpfungsplanes, und indem der Naturforſcher das natürliche Syſtem erforſcht, denkt er die Schöpfungsgedanken Gottes nach. Hierin findet Agaſſiz den kräftigſten Beweis dafür, daß der Menſch das Ebenbild und Kind Gottes iſt. Die verſchiedenen Gruppenſtufen oder Kategorien des natürlichen Syſtems entſprechen den verſchiedenen Stufen der Ausbildung, welche der göttliche Schöpfungsplan erlangt hatte. Beim Entwurf und bei der Ausführung dieſes Planes vertiefte ſich der Schöpfer, von allgemeinſten Schöpfungsideen ausgehend, immer mehr in die beſonderen Einzelheiten. Was alſo z. B. das Thierreich betrifft, ſo hatte Gott bei deſſen Schöpfung zunächſt vier grundverſchiedene Ideen vom Thierkörper, welche er in dem verſchiedenen Bauplane der vier großen Hauptformen, Typen oder Zweige des Thierreichs verkörperte, in den Wirbelthieren, Gliederthieren, Weichthieren und Strahlthieren. Indem nun der Schöpfer darüber nachdachte, in welcher Art und Weiſe er dieſe vier verſchiedenen Baupläne mannichfaltig ausführen könne, ſchuf er zunächſt innerhalb jeder der vier Hauptformen mehrere verſchiedene Klaſſen, z. B. in der Wirbelthierform die Klaſſen

der Säugethiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische. Weiterhin vertiefte sich dann Gott in die einzelnen Klassen und brachte durch verschiedene Abstufungen im Bau jeder Klasse deren einzelne Ordnungen hervor. Durch weitere Variation der Ordnungsform erschuf er die natürlichen Familien. Indem der Schöpfer ferner in jeder Familie die letzten Struktureigenthümlichkeiten einzelner Theile variirte, entstanden die Gattungen oder Genera. Endlich zuletzt ging Gott im weiteren Ausdenken seines Schöpfungsplanes so sehr ins Einzelne, daß die einzelnen Arten oder Species ins Leben traten. Diese sind also die verkörperten Schöpfungsgedanken der speciellsten Art. Zu bedauern ist dabei nur, daß der Schöpfer diese seine speciellsten und am tiefsten durchgedachten „Schöpfungsgedanken" in so sehr unklarer und lockerer Form ausdrückte und ihnen einen so verschwommenen Stempel aufprägte, eine so freie Variations-Erlaubniß mitgab, daß kein einziger Naturforscher im Stande ist, die „guten" von den „schlechten Arten", die echten „Species" von den Spielarten, Varietäten, Rassen u. s. w. zu unterscheiden. (Gen. Morph. II, 374.)

Sie sehen, der Schöpfer verfährt nach Agassiz' Vorstellung beim Hervorbringen der organischen Formen genau ebenso wie ein menschlicher Baukünstler, der sich die Aufgabe gestellt hat, möglichst viel verschiedene Bauwerke, zu möglichst mannichfaltigen Zwecken, in möglichst abweichendem Style, in möglichst verschiedenen Graden der Einfachheit, Pracht, Größe und Vollkommenheit auszudenken und auszuführen. Dieser Architekt würde zunächst vielleicht für alle diese Gebäude vier verschiedene Style anwenden, etwa den gothischen, byzantinischen, chinesischen und Roccocostyl. In jedem dieser Style würde er eine Anzahl von Kirchen, Palästen, Kasernen, Gefängnissen und Wohnhäusern bauen. Jede dieser verschiedenen Gebäudeformen würde er in roheren und vollkommneren, in größeren und kleineren, in einfachen und prächtigen Arten ausführen u. s. w. Insofern wäre jedoch der menschliche Architekt vielleicht noch besser als der göttliche Schöpfer daran, daß ihm in der Anzahl der Gruppenstufen alle Freiheit gelassen wäre. Der Schöpfer dagegen darf sich

nach Agaſſiz immer nur innerhalb der genannten ſechs Gruppenſtufen oder Kategorien bewegen, innerhalb der Art, Gattung, Familie, Ordnung, Klaſſe und Typus. Mehr als dieſe ſechs Kategorien giebt es für ihn nicht.

Wenn Sie in Agaſſiz' Werk über die Klaſſifikation ſelbſt die weitere Ausführung und Begründung dieſer ſeltſamen Anſichten leſen, ſo werden Sie kaum begreifen, wie man mit allem Anſchein wiſſenſchaftlichen Ernſtes die Vermenſchlichung (den Anthropomorphismus) des göttlichen Schöpfers ſo weit treiben, und eben durch die Ausführung im Einzelnen bis zum verkehrteſten Unſinn ausmalen kann. In dieſer ganzen Vorſtellungsreihe iſt der Schöpfer weiter nichts als ein allmächtiger Menſch, der von Langerweile geplagt, ſich mit dem Ausdenken und Aufbauen möglichſt mannichfaltiger Spielzeuge, der organiſchen Arten, beluſtigt. Nachdem er ſich mit denſelben eine Reihe von Jahrtauſenden hindurch unterhalten, werden ſie ihm langweilig; er vernichtet ſie durch eine allgemeine Revolution der Erdoberfläche, indem er das ganze unnütze Spielzeug in Haufen zuſammenwirft; dann ruft er, um ſich an etwas Neuem und Beſſerem die Zeit zu vertreiben, eine neue und vollkommnere Thier- und Pflanzenwelt ins Leben. Um jedoch nicht die Mühe der ganzen Schöpfungsarbeit von vorn anzufangen, behält er immer den einmal ausgedachten Schöpfungsplan im Großen und Ganzen bei, und ſchafft nur lauter neue Arten, oder höchſtens neue Gattungen, viel ſeltener neue Familien, Ordnungen oder gar Klaſſen. Zu einem neuen Typus oder Style bringt er es nie. Dabei bleibt er immer ſtreng innerhalb jener ſechs Kategorien oder Gruppenſtufen.

Nachdem der Schöpfer ſo nach Agaſſiz' Anſicht ſich Millionen von Jahrtauſenden hindurch mit dem Aufbauen und Zerſtören einer Reihe verſchiedener Schöpfungen unterhalten hatte, kömmt er endlich zuletzt — obwohl ſehr ſpät! — auf den guten Gedanken, ſich ſeinesgleichen zu erſchaffen, und er formt den Menſchen nach ſeinem Ebenbilde! Hiermit iſt das Endziel aller Schöpfungsgeſchichte erreicht und die Reihe der Erdrevolutionen abgeſchloſſen. Der Menſch, das Kind

und Ebenbild Gottes, giebt demselben so viel zu thun, macht ihm so viel Vergnügen und Mühe, daß er nun niemals mehr Langeweile hat, und keine neue Schöpfung mehr eintreten zu lassen braucht. Sie sehen offenbar, wenn man einmal in der Weise, wie Agassiz, dem Schöpfer durchaus menschliche Attribute und Eigenschaften beilegt, und sein Schöpfungswerk durchaus analog einer menschlichen Schöpfungsthätigkeit betrachtet, so ist man nothwendig auch zur Annahme dieser ganz absurden Konsequenzen gezwungen.

Die vielen inneren Widersprüche und die auffallenden Verkehrtheiten der Schöpfungsansichten von Agassiz, welche ihn nothwendig zu dem entschiedensten Widerstand gegen die Abstammungslehre führten, müssen aber um so mehr unser Erstaunen erregen, als derselbe durch seine früheren naturwissenschaftlichen Arbeiten in vieler Beziehung thatsächlich Darwin vorgearbeitet hat, insbesondere durch seine Thätigkeit auf dem paläontologischen Gebiete. Unter den zahlreichen Untersuchungen, welche der jungen Paläontologie schnell die allgemeine Theilnahme erwarben, schließen sich diejenigen von Agassiz, namentlich das berühmte Werk „über die fossilen Fische", zunächst ebenbürtig an die grundlegenden Arbeiten von Cuvier an. Nicht allein haben die versteinerten Fische, mit denen uns Agassiz bekannt machte, eine außerordentlich hohe Bedeutung für das Verständniß der ganzen Wirbelthiergruppe und ihrer geschichtlichen Entwickelung gewonnen; sondern wir sind dadurch auch zur sicheren Erkenntniß wichtiger allgemeiner Entwickelungsgesetze gelangt, die zum Theil von Agassiz zuerst entdeckt wurden. Insbesondere hat derselbe zuerst auf den merkwürdigen Parallelismus zwischen der embryonalen und der paläontologischen Entwickelung, zwischen der Ontogenie und Phylogenie hingewiesen, eine Uebereinstimmung, welche ich schon vorher (S. 10) als eine der stärksten Stützen für die Abstammungslehre in Anspruch genommen habe. Niemand hatte vorher so bestimmt, wie es Agassiz that, hervorgehoben, daß von den Wirbelthieren zuerst nur Fische allein existirt haben, daß erst später Amphibien auftraten, und daß erst in noch viel späterer Zeit Vögel und Säugethiere er-

schienen; daß ferner von den Säugethieren, ebenso wie von den Fischen, anfangs unvollkommnere, niedere Ordnungen, später erst vollkommnere und höhere auftraten. Agassiz zeigte mithin, daß die paläontologische Entwickelung der ganzen Wirbelthiergruppe nicht allein der embryonalen parallel sei, sondern auch der systematischen Entwickelung, d. h. der Stufenleiter, welche wir überall im System von den niederen zu den höheren Klassen, Ordnungen u. s. w. aufsteigend erblicken. Zuerst erschienen in der Erdgeschichte nur niedere, später erst höhere Formen. Diese wichtige Thatsache erklärt sich, ebenso wie die Uebereinstimmung der embryonalen und paläontologischen Entwickelung, ganz einfach und natürlich aus der Abstammungslehre, während sie ohne diese ganz unerklärlich ist. Dasselbe gilt ferner auch von dem großen Gesetz der fortschreitenden Entwickelung, von dem historischen Fortschritt der Organisation, welcher sowohl im Großen und Ganzen in der geschichtlichen Aufeinanderfolge aller Organismen sichtbar ist, als in der besonderen Vervollkommnung einzelner Theile des Thierkörpers. So z. B. erhielt das Skelet der Wirbelthiere, ihr Knochengerüst, erst langsam, allmählich und stufenweis den hohen Grad von Vollkommenheit, welchen es jetzt beim Menschen und den anderen höheren Wirbelthieren besitzt. Dieser von Agassiz thatsächlich anerkannte Fortschritt folgt aber mit Nothwendigkeit aus der von Darwin begründeten Züchtungslehre, welche die wirkenden Ursachen desselben nachweist. Wenn diese Lehre richtig ist, so muß nothwendig die Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenarten im Laufe der organischen Erdgeschichte stufenweise zunehmen, und konnte erst in neuester Zeit ihre höchste Ausbildung erlangen.

Alle so eben angeführten, nebst einigen anderen allgemeinen Entwickelungsgesetzen, welche von Agassiz ausdrücklich anerkannt und mit Recht stark betont werden, welche sogar von ihm selbst zum Theil erst aufgestellt wurden, sind, wie Sie später sehen werden, nur durch die Abstammungslehre erklärbar und bleiben ohne dieselbe völlig unbegreiflich. Nur die von Darwin entwickelte Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung kann die wahre Ursache derselben sein.

Dagegen stehen sie alle in schroffem und unvereinbarem Gegensatz mit der vorher besprochenen Schöpfungshypothese von Agassiz, und mit allen Vorstellungen von der zweckmäßigen Werkthätigkeit eines persönlichen Schöpfers. Will man im Ernst durch die letztere jene merkwürdigen Erscheinungen und ihren inneren Zusammenhang erklären, so verirrt man sich nothwendig zu der Annahme, daß auch der Schöpfer selbst sich mit der organischen Natur, die er schuf und umbildete, entwickelt habe. Man kann sich dann nicht mehr von der Vorstellung los machen, daß der Schöpfer selbst nach Art des menschlichen Organismus seine Pläne entworfen, verbessert und endlich unter vielen Abänderungen ausgeführt habe. „Es wächst der Mensch mit seinen höher'n Zwecken". Wenn es nach der Ehrfurcht, mit der Agassiz auf jeder Seite vom Schöpfer spricht, scheinen könnte, daß wir dadurch zur erhabensten Vorstellung von seinem Wirken in der Natur gelangen, so findet in Wahrheit das Gegentheil statt. Der göttliche Schöpfer wird dadurch zu einem idealisirten Menschen erniedrigt, zu einem in der Entwickelung fortschreitenden Organismus. Gott ist im Grunde nach dieser Vorstellung weiter Nichts, als ein „gasförmiges Wirbelthier". (Gen. Morph. I, 174.)

Bei der weiten Verbreitung und dem hohen Ansehen, welches sich Agassiz' Werk erworben hat, und welches in Anbetracht der früheren wissenschaftlichen Verdienste des Verfassers wohl gerechtfertigt ist, glaubte ich es Ihnen schuldig zu sein, die gänzliche Unhaltbarkeit seiner allgemeinen Ansichten hier kurz hervorzuheben. Sofern dies Werk eine naturwissenschaftliche Schöpfungsgeschichte sein will, ist dasselbe unzweifelhaft gänzlich verfehlt. Es hat aber hohen Werth, als der einzige ausführliche und mit wissenschaftlichen Beweisgründen geschmückte Versuch, den in neuerer Zeit ein hervorragender Naturforscher zur Begründung einer teleologischen oder dualistischen Schöpfungsgeschichte unternommen hat. Die innere Unmöglichkeit einer solchen wird dadurch klar vor Jedermanns Augen gelegt. Kein Gegner von Agassiz hätte vermocht, die von ihm entwickelte dualistische Anschauung von der organischen Natur und ihrer Entstehung

so schlagend zu widerlegen, als ihm dies selbst durch die überall hervortretenden inneren Widersprüche gelungen ist.

Die Gegner der monistischen oder mechanischen Weltanschauung haben das Werk von Agassiz mit Freuden begrüßt und erblicken darin eine vollendete Beweisführung für die unmittelbare Schöpfungsthätigkeit eines persönlichen Gottes. Allein sie übersehen dabei, daß dieser persönliche Schöpfer bloß ein mit menschlichen Attributen ausgerüsteter, idealisirter Organismus ist. Diese niedere dualistische Gottesvorstellung entspricht einer niederen thierischen Entwickelungsstufe des menschlichen Organismus. Der höher entwickelte Mensch der Gegenwart ist befähigt und berechtigt zu jener unendlich edleren und erhabeneren Gottesvorstellung, welche allein mit der monistischen Weltanschauung verträglich ist, und welche Gottes Geist und Kraft in allen Erscheinungen ohne Ausnahme erblickt. Diese monistische Gottesidee, welcher die Zukunft gehört, hat schon Giordano Bruno einst mit den Worten ausgesprochen: „Ein Geist findet sich in allen Dingen, und es ist kein Körper so klein, daß er nicht einen Theil der göttlichen Substanz in sich enthielte, wodurch er beseelt wird." Diese veredelte Gottesidee ist es, von welcher Goethe sagt: „Gewiß es giebt keine schönere Gottesverehrung, als diejenige, welche kein Bild bedarf, welche aus dem Wechselgespräch mit der Natur in unserem Busen entspringt." Durch sie gelangen wir zu der erhabenen Vorstellung von der Einheit Gottes und der Natur.

# Vierter Vortrag.

## Entwickelungstheorie nach Goethe und Oken.

---

Wiſſenſchaftliche Unzulänglichkeit aller Vorſtellungen von einer Schöpfung der einzelnen Arten. Nothwendigkeit der entgegengeſetzten Entwickelungstheorien. Geſchichtlicher Ueberblick über die wichtigſten Entwickelungstheorien. Ariſtoteles. Seine Lehre von der Urzeugung. Die Bedeutung der Naturphiloſophie. Goethe. Seine Verdienſte als Naturforſcher. Seine Metamorphoſe der Pflanzen. Seine Wirbeltheorie des Schädels. Seine Entdeckung des Zwiſchenkiefers beim Menſchen. Goethe's Theilnahme an dem Streite zwiſchen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire. Goethe's Entdeckung der beiden organiſchen Bildungstriebe, des konſervativen Specifikationstriebes (der Vererbung), und des progreſſiven Umbildungstriebes (der Anpaſſung). Goethe's Anſicht von der gemeinſamen Abſtammung aller Wirbelthiere mit Inbegriff des Menſchen. Entwickelungstheorie von Gottfried Reinhold Treviranus. Seine moniſtiſche Naturauffaſſung. Oken. Seine Naturphiloſophie. Okens Vorſtellung vom Urſchleim (Protoplasmatheorie). Okens Vorſtellung von den Infuſorien (Zellentheorie). Okens Entwickelungstheorie.

Meine Herren! Alle verſchiedenen Vorſtellungen, welche wir uns über eine ſelbſtſtändige, von einander unabhängige Entſtehung der einzelnen organiſchen Arten durch Schöpfung machen können, laufen, folgerichtig durchdacht, auf einen ſogenannten Anthropomorphismus, d. h. auf eine Vermenſchlichung des Schöpfers hinaus, wie wir in dem letzten Vortrage bereits gezeigt haben. Es wird da der Schöpfer zu einem Organismus, der ſich einen Plan entwirft, dieſen Plan durchdenkt und verändert, und ſchließlich die Geſchöpfe nach dieſem Plane ausführt, wie ein menſchlicher Architekt

sein Bauwerk. Wenn selbst so hervorragende Naturforscher wie Linné, Cuvier und Agassiz, die Hauptvertreter der dualistischen Schöpfungshypothese, zu keiner genügenderen Ansicht gelangen konnten, so wird daraus am besten die Unzulänglichkeit aller derjenigen Vorstellungen hervorgehen, welche die Mannichfaltigkeit der organischen Natur aus einer solchen Schöpfung der einzelnen Arten ableiten wollen. Es haben zwar einige Naturforscher, welche das wissenschaftlich ganz Unbefriedigende dieser Vorstellungen einsahen, versucht, den Begriff des persönlichen Schöpfers durch denjenigen einer unbewußt wirkenden schöpferischen Naturkraft zu ersetzen; indessen ist dieser Ausdruck offenbar eine bloße umschreibende Redensart, sobald nicht näher gezeigt wird, worin diese Naturkraft besteht, und wie sie wirkt. Daher haben auch diese letzteren Versuche durchaus keine Geltung in der Wissenschaft errungen. Vielmehr hat man sich genöthigt gesehen, sobald man eine selbstständige Entstehung der verschiedenen Thier- und Pflanzenformen annahm, immer auf ebenso viele Schöpfungsakte zurückzugreifen, d. h. auf übernatürliche Eingriffe des Schöpfers in den natürlichen Gang der Dinge, der im übrigen ohne seine Mitwirkung abläuft.

Nun haben allerdings verschiedene teleologische Naturforscher, welche die wissenschaftliche Unzulässigkeit einer übernatürlichen „Schöpfung" fühlten, die letztere noch dadurch zu retten gesucht, daß sie unter Schöpfung „Nichts weiter als eine uns unbekannte, unfaßbare Weise der Entstehung" verstanden wissen wollten. Dieser sophistischen Ausflucht schneidet der treffliche Fritz Müller mit folgender schlagenden Gegenbemerkung jeden Rettungspfad ab: „Es soll dadurch nur in verblümter Weise das verschämte Geständniß ausgesprochen werden, daß man über die Entstehung der Arten „gar keine Meinung habe" und haben wolle. Nach dieser Erklärung des Wortes würde man ebensowohl von der Schöpfung der Cholera und der Syphilis, von der Schöpfung einer Feuersbrunst und eines Eisenbahnunglücks, wie von der Schöpfung des Menschen reden können." (Jenaische Zeitschrift f. M. u. N. V. Bd. S. 272.)

Gegenüber nun dieser vollständigen wissenschaftlichen Unzulässigkeit aller Schöpfungshypothesen sind wir gezwungen, zu den entgegengesetzten Entwickelungstheorien der Organismen unsere Zuflucht zu nehmen, wenn wir uns überhaupt eine vernünftige Vorstellung von der Entstehung der Organismen machen wollen. Wir sind gezwungen und verpflichtet dazu, selbst wenn diese Entwickelungstheorien nur einen Schimmer von Wahrscheinlichkeit auf eine mechanische, natürliche Entstehung der Thier- und Pflanzenarten fallen lassen; um so mehr aber, wenn, wie Sie sehen werden, diese Theorien eben so einfach und klar, als vollständig und umfassend die gesammten Thatsachen erklären. Diese Entwickelungstheorien sind keineswegs, wie sie oft fälschlich angesehen werden, willkürliche Einfälle, oder beliebige Erzeugnisse der Einbildungskraft, welche nur die Entstehung dieses oder jenes einzelnen Organismus annähernd zu erklären versuchen; sondern sie sind streng wissenschaftlich begründete Theorien, welche von einem festen und klaren Standpunkte aus die Gesammtheit der organischen Naturerscheinungen, und insbesondere die Entstehung der organischen Species auf das Einfachste erklären, und als die nothwendigen Folgen mechanischer Naturvorgänge nachweisen.

Wie ich bereits im zweiten Vortrage Ihnen zeigte, fallen diese Entwickelungstheorien naturgemäß mit derjenigen allgemeinen Weltanschauung zusammen, welche man gewöhnlich als die einheitliche oder monistische, häufig auch als die mechanische oder causale zu bezeichnen pflegt, weil sie nur mechanische oder nothwendig wirkende Ursachen (causae efficientes) zur Erklärung der Naturerscheinungen in Anspruch nimmt. Ebenso fallen auf der anderen Seite die von uns bereits betrachteten übernatürlichen Schöpfungshypothesen mit derjenigen, völlig entgegengesetzten Weltauffassung zusammen, welche man im Gegensatz zur ersteren die zwiespältige oder dualistische, oft auch die teleologische oder vitale nennt, weil sie die organischen Naturerscheinungen aus der Wirksamkeit zweckthätiger oder zweckmäßig wirkender Ursachen (causae finales) ableitet. Gerade in diesem tiefen inneren Zusammenhang der verschiedenen

Schöpfungstheorien mit den höchsten Fragen der Philosophie, ist für uns die Anreizung zu ihrer eingehenden Betrachtung.

Der Grundgedanke, welcher allen natürlichen Entwickelungstheorien nothwendig zu Grunde liegen muß, ist derjenige einer allmählichen Entwickelung aller (auch der vollkommensten) Organismen aus einem einzigen oder aus sehr wenigen, ganz einfachen und ganz unvollkommenen Urwesen, welche nicht durch übernatürliche Schöpfung, sondern durch Urzeugung oder Archigonie (Generatio spontanea) aus anorganischer Materie entstanden. Eigentlich sind in diesem Grundgedanken zwei verschiedene Vorstellungen verbunden, welche aber in tiefem inneren Zusammenhang stehen, nämlich erstens die Vorstellung der Urzeugung oder Archigonie der ursprünglichen Stammwesen, und zweitens die Vorstellung der fortschreitenden Entwickelung der verschiedenen Organismenarten aus jenen einfachsten Stammwesen. Diese beiden wichtigen mechanischen Vorstellungen sind die unzertrennlichen Grundgedanken jeder streng wissenschaftlich durchgeführten Entwickelungstheorie. Weil dieselbe eine Abstammung der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten von einfachsten gemeinsamen Stammarten behauptet, konnten wir sie auch als Abstammungslehre (Descendenztheorie), und weil damit zugleich eine Umbildung der Arten verbunden ist, als Umbildungslehre (Transmutationstheorie) bezeichnen.

Während übernatürliche Schöpfungsgeschichten schon vor vielen Jahrtausenden, in jener unvordenklichen Urzeit entstanden sein müssen, als der Mensch, eben erst aus dem Affenzustande sich entwickelnd, zum ersten Male anfing, eingehender über sich selbst und über die Entstehung der ihn umgebenden Körperwelt nachzudenken, so sind dagegen die natürlichen Entwickelungstheorien nothwendig viel jüngeren Ursprungs. Wir können diesen erst bei gereifteren Kulturvölkern begegnen, denen durch philosophische Bildung die Nothwendigkeit einer natürlichen Ursachenerkenntniß klar geworden war; und auch bei diesen dürfen wir zunächst nur von einzelnen bevorzugten Naturen erwarten, daß sie den Ursprung der Erscheinungswelt ebenso wie deren Ent-

thie - ...elungsgang, als die nothwendige Folge von mechanischen, natürlich wirkenden Ursachen erkannten. Bei keinem Volke waren diese Vorbedingungen für die Entstehung einer natürlichen Entwickelungstheorie jemals so vorhanden, wie bei den Griechen des klassischen Alterthums. Diesen fehlte aber auf der anderen Seite zu sehr die nähere Bekanntschaft mit den Thatsachen der Naturvorgänge und ihren Formen, und somit die erfahrungsmäßige Grundlage für eine weitere Durchbildung der Entwickelungstheorie. Die exakte Naturforschung und die überall auf empirischer Basis begründete Naturerkenntniß war ja dem Alterthum ebenso wie dem Mittelalter fast ganz unbekannt und ist erst eine Errungenschaft der neueren Zeit. Wir haben daher auch hier keine nähere Veranlassung, auf die natürlichen Entwickelungstheorien der verschiedenen griechischen Weltweisen einzugehen, da denselben zu sehr die erfahrungsmäßige Kenntniß sowohl von der organischen als von der anorganischen Natur abging, und sie sich demgemäß fast immer nur in luftigen Speculationen verirrten.

Nur einen Mann müssen wir hier ausnahmsweise hervorheben, den größten und den einzigen wahrhaft großen Naturforscher des Alterthums und des Mittelalters, einen der erhabensten Genien aller Zeiten: Aristoteles. Wie derselbe in empirisch-philosophischer Naturerkenntniß und insbesondere im Verständniß der organischen Natur, während eines Zeitraums von mehr als zweitausend Jahren einzig dasteht, beweisen uns die kostbaren Reste seiner nur theilweis erhaltenen Werke. Auch von einer natürlichen Entwickelungstheorie finden sich in denselben mehrfache Spuren vor. Aristoteles nimmt mit voller Bestimmtheit die Urzeugung als die natürliche Entstehungsart der niederen organischen Wesen an. Er läßt Thiere und Pflanzen aus der Materie selbst durch deren ureigene Kraft entstehen, so z. B. Motten aus Wolle, Flöhe aus faulem Mist, Milben aus feuchtem Holz u. s. w. Da ihm jedoch die Unterscheidung der organischen Species, welche erst mehr als zweitausend Jahre später Linné gelang, unbekannt war, konnte er über deren genealogisches Verhältniß sich noch keine Vorstellungen bilden.

Der Grundgedanke der Entwickelungstheorie, daß die verschiedenen Thier- und Pflanzenarten sich aus gemeinsamen Stammarten durch Umbildung entwickelt haben, konnte natürlich erst klar ausgesprochen werden, nachdem die Arten oder Species selbst genauer bekannt geworden, und nachdem auch schon die ausgestorbenen Species neben den lebenden in Betracht gezogen und eingehender mit letzteren verglichen worden waren. Dies geschah erst gegen Ende des vorigen und im Beginn unseres Jahrhunderts. Erst im Jahre 1801 sprach der große Lamarck die Entwickelungstheorie aus, welche er 1809 in seiner klassischen „Philosophie zoologique" weiter ausführte*). Während Lamarck und sein Landsmann Geoffroy S. Hilaire in Frankreich den Ansichten Cuviers gegenüber traten und eine natürliche Entwickelung der organischen Species durch Umbildung und Abstammung behaupteten, vertraten gleichzeitig in Deutschland Goethe und Oken dieselbe Richtung und halfen die Entwickelungstheorie begründen. Da man gewöhnlich alle diese Naturforscher als „Naturphilosophen" zu bezeichnen pflegt, und da diese vieldeutige Bezeichnung in einem gewissen Sinne ganz richtig ist, so erscheint es mir zunächst angemessen, hier einige Worte über die richtige Würdigung der Naturphilosophie vorauszuschicken.

Während man in England schon seit langer Zeit die Begriffe Naturwissenschaft und Philosophie fast als gleichbedeutend ansieht, und mit vollem Recht jeden wahrhaft wissenschaftlich arbeitenden Naturforscher einen Naturphilosophen nennt, wird dagegen in Deutschland schon seit mehr als einem halben Jahrhundert die Naturwissenschaft streng von der Philosophie geschieden, und die naturgemäße Verbindung beider zu einer wahren „Naturphilosophie" wird nur von Wenigen anerkannt. An dieser Verkennung sind die phantastischen Ausschreitungen der früheren deutschen Naturphilosophen, Okens, Schellings u. s. w. Schuld, welche glaubten, die Naturgesetze aus ihrem Kopfe konstruiren zu können, ohne überall auf dem Boden der thatsächlichen Erfahrung stehen bleiben zu müssen. Als sich diese Anmaßungen in ihrer ganzen Leerheit herausgestellt hatten, schlugen die

Naturforscher unter der „Nation von Denkern" in das gerade Gegentheil um, und glaubten, das hohe Ziel der Wissenschaft, die Erkenntniß der Wahrheit, auf dem Wege der nackten sinnlichen Erfahrung, ohne jede philosophische Gedankenarbeit erreichen zu können. Von nun an, besonders seit dem Jahre 1830, machte sich bei den meisten Naturforschern eine starke Abneigung gegen jede allgemeinere, philosophische Betrachtung der Natur geltend. Man fand nun das eigentliche Ziel der Naturwissenschaft in der Erkenntniß des Einzelnen und glaubte dasselbe in der Biologie erreicht, wenn man mit Hülfe der feinsten Instrumente und Beobachtungsmittel die Formen und die Lebenserscheinungen aller einzelnen Organismen ganz genau erkannt haben würde. Zwar gab es immerhin unter diesen streng empirischen oder sogenannten exakten Naturforschern zahlreiche, welche sich über diesen beschränkten Standpunkt erhoben und das letzte Ziel in einer Erkenntniß allgemeiner Organisationsgesetze finden wollten. Indessen die große Mehrzahl der Zoologen und Botaniker in den letzten drei bis vier Decennien wollte von solchen allgemeinen Gesetzen Nichts wissen; sie gestanden höchstens zu, daß vielleicht in ganz entfernter Zukunft, wenn man einmal am Ende aller empirischen Erkenntniß angelangt sein würde, wenn alle einzelnen Thiere und Pflanzen vollständig untersucht worden seien, man daran denken könne, allgemeine biologische Gesetze zu entdecken.

Wenn man die wichtigsten Fortschritte, die der menschliche Geist in der Erkenntniß der Wahrheit gemacht hat, zusammenfassend vergleicht, so erkennt man bald, daß es stets philosophische Gedankenoperationen sind, durch welche diese Fortschritte erzielt wurden, und daß jene, allerdings nothwendig vorhergehende sinnliche Erfahrung und die dadurch gewonnene Kenntniß des Einzelnen nur die Grundlage für jene allgemeinen Gesetze liefern. Empirie und Philosophie stehen daher keineswegs in so ausschließendem Gegensatz zu einander, wie bisher von den meisten angenommen wurde; sie ergänzen sich vielmehr nothwendig. Der Philosoph, welchem der unumstößliche Boden der sinnlichen Erfahrung, der empirischen Kenntniß fehlt,

gelangt in ſeinen allgemeinen Speculationen ſehr leicht zu Fehlſchlüſſen, welche ſelbſt ein mäßig gebildeter Naturforſcher ſofort widerlegen kann. Andrerſeits können die rein empiriſchen Naturforſcher, die ſich nicht um philoſophiſche Zuſammenfaſſung ihrer ſinnlichen Wahrnehmungen bemühen, und nicht nach allgemeinen Erkenntniſſen ſtreben, die Wiſſenſchaft nur in ſehr geringem Maße fördern, und der Hauptwerth ihrer mühſam gewonnenen Einzelkenntniſſe liegt in den allgemeinen Reſultaten, welche ſpäter umfaſſendere Geiſter aus denſelben ziehen. Bei einem allgemeinen Ueberblick über den Entwickelungsgang der Biologie ſeit Linné finden Sie leicht, wie dies Bär ausgeführt hat, ein beſtändiges Schwanken zwiſchen dieſen beiden Richtungen, ein Ueberwiegen einmal der empiriſchen (ſogenannten exakten) und dann wieder der philoſophiſchen (ſpeculativen) Richtung. So hatte ſich ſchon zu Ende des vorigen Jahrhunderts, im Gegenſatz gegen Linné's rein empiriſche Schule, eine naturphiloſophiſche Reaktion erhoben, deren bewegende Geiſter, Lamarck, Geoffroy S. Hilaire, Goethe und Oken, durch ihre Gedankenarbeit Licht und Ordnung in das Chaos des aufgehäuften empiriſchen Rohmaterials zu bringen ſuchten. Gegenüber den vielfachen Irrthümern und den zu weit gehenden Speculationen dieſer Naturphiloſophen trat dann Cuvier auf, welcher eine zweite, rein empiriſche Periode herbeiführte. Dieſe erreichte ihre einſeitigſte Entwickelung während der Jahre 1830—1860, und nun folgte ein zweiter philoſophiſcher Rückſchlag, durch Darwins Werk veranlaßt. Man fing nun im letzten Decennium wieder an, ſich zur Erkenntniß der allgemeinen Naturgeſetze hinzuwenden, denen doch ſchließlich alle einzelnen Erfahrungskenntniſſe nur als Grundlage dienen, und durch welche letztere erſt ihren wahren Werth erlangen. Durch die Gedanken-Arbeit der Philoſophie wird die Naturkunde erſt zur wahren Wiſſenſchaft, zur „Naturphiloſophie" (Gen. Morph. I, 63—108).

Unter den großen Naturphiloſophen, denen wir die erſte Begründung einer organiſchen Entwickelungstheorie verdanken, und welche neben Charles Darwin als die Urheber der Abſtammungslehre

glänzen, stehen obenan Jean Lamarck und Wolfgang Goethe. Ich wende mich zunächst zu unserm theuren Goethe, welcher von Allen uns Deutschen am nächsten steht. Bevor ich Ihnen jedoch seine besonderen Verdienste um die Entwickelungstheorie erläutere, scheint es mir passend, Einiges über seine Bedeutung als Naturforscher überhaupt zu sagen, da dieselbe gewöhnlich sehr verkannt wird.

Gewiß die Meisten unter ihnen verehren Goethe nur als Dichter und Menschen; nur wenige werden eine Vorstellung von dem hohen Werth haben, den seine naturwissenschaftlichen Arbeiten besitzen, von dem Riesenschritt, mit dem er seiner Zeit vorauseilte, — so vorauseilte, daß eben die meisten Naturforscher der damaligen Zeit ihm nicht nachkommen konnten. Das Mißgeschick, daß seine naturphilosophischen Verdienste von seinen Zeitgenossen verkannt wurden, hat Goethe oft schmerzlich empfunden. An verschiedenen Stellen seiner naturwissenschaftlichen Schriften beklagt er sich bitter über die beschränkten Fachleute, welche seine Arbeiten nicht zu würdigen verstehen, welche den Wald vor lauter Bäumen nicht sehen, und welche sich nicht dazu erheben können, aus dem Wust des Einzelnen allgemeine Naturgesetze herauszufinden. Nur zu gerecht ist sein Vorwurf: „Der Philosoph wird gar bald entdecken, daß sich die Beobachter selten zu einem Standpunkt erheben, von welchem sie so viele bedeutend bezügliche Gegenstände übersehen können.“ Wesentlich allerdings wurde diese Verkennung verschuldet durch den falschen Weg, auf welchen Goethe in seiner Farbenlehre gerieth. Die Farbenlehre, die er selbst als das Lieblingskind seiner Muße bezeichnet, ist in ihren Grundlagen durchaus verfehlt, soviel Schönes sie auch im Einzelnen enthalten mag. Die exakte mathematische Methode, mittelst welcher man allein zunächst in den anorganischen Naturwissenschaften, in der Physik vor Allem, Schritt für Schritt auf unumstößlich fester Basis weiter bauen kann, war Goethe durchaus zuwider. Er ließ sich in der Verwerfung derselben nicht allein zu großen Ungerechtigkeiten gegen die hervorragendsten Physiker hinreißen, sondern auch auf Irrwege verleiten, die seinen übrigen werthvollen Arbeiten sehr geschadet haben. Ganz

etwas Anderes ist es in den organischen Naturwissenschaften, in welchen wir nur selten im Stande sind, von Anfang an gleich auf der unumstößlich festen, mathematischen Basis vorzugehen, vielmehr gezwungen sind, wegen der unendlich schwierigen und verwickelten Natur der Aufgabe, uns zunächst Inductionsschlüsse zu bilden; d. h. wir müssen aus zahlreichen einzelnen Beobachtungen, die doch nicht ganz vollständig sind, ein allgemeines Gesetz zu begründen suchen. Die denkende Vergleichung der verwandten Erscheinungsreihen, die Combination ist hier das wichtigste Forschungsinstrument, und diese wurde von Goethe mit ebenso viel Glück als bewußter Werthserkenntniß bei seinen naturphilosophischen Arbeiten angewandt.

Von den Schriften Goethe's, die sich auf die organische Natur beziehen, ist am berühmtesten die Metamorphose der Pflanzen geworden, welche 1790 erschien; ein Werk, welches bereits den Grundgedanken der Entwickelungstheorie deutlich erkennen läßt. Denn Goethe war darin bemüht, ein einziges Grundorgan nachzuweisen, durch dessen unendlich mannichfaltige Ausbildung und Umbildung man sich den ganzen Formenreichthum der Pflanzenwelt entstanden denken könne; dieses Grundorgan fand er im Blatt. Wenn damals schon die Anwendung des Mikroskops eine allgemeine gewesen wäre, wenn Goethe den Bau der Organismen mit dem Mikroskop durchforscht hätte, so würde er noch weiter gegangen sein, und das Blatt bereits als ein Vielfaches von individuellen Theilen niederer Ordnung, von Zellen, erkannt haben. Er würde dann nicht das Blatt, sondern die Zelle als das eigentliche Grundorgan aufgestellt haben, durch dessen Vermehrung, Umbildung und Verbindung (Syntheſe) zunächst das Blatt entsteht; sowie weiterhin durch Umbildung, Variation und Zusammensetzung der Blätter alle die mannichfaltigen Schönheiten in Form und Farbe entstehen, welche wir ebenso an den echten Ernährungsblättern, wie an den Fortpflanzungsblättern oder den Blüthentheilen der Pflanzen bewundern. Indessen schon dieser Grundgedanke war durchaus richtig. Goethe zeigte darin, daß man, um das Ganze der Erscheinung zu erfassen, erstens vergleichen und dann zwei-

tens einen einfachen Typus, eine einfache Grundform, ein Thema gewissermaßen suchen müsse, von dem alle übrigen Gestalten nur die unendlich mannichfaltigen Variationen seien.

Etwas Aehnliches, wie er hier in der Metamorphose der Pflanzen leistete, gab er dann für die Wirbelthiere in seiner berühmten Wirbeltheorie des Schädels. Goethe zeigte zuerst, unabhängig von Oken, welcher fast gleichzeitig auf denselben Gedanken kam, daß der Schädel des Menschen und aller anderen Wirbelthiere, zunächst der Säugethiere, Nichts weiter sei als das umgewandelte vorderste Stück der Wirbelsäule oder des Rückgrats. Die Knochenkapsel des Schädels erscheint danach aus mehreren Knochenringen zusammengesetzt, welche den Wirbeln des Rückgrats ursprünglich gleichwerthig sind. Allerdings ist diese Idee kürzlich durch die scharfsinnigen Untersuchungen von Gegenbaur[21]) sehr bedeutend modificirt worden. Dennoch gehörte sie in jener Zeit zu den größten Fortschritten der vergleichenden Anatomie, und war für das Verständniß des Wirbelthierbaues eine der ersten Grundlagen. Wenn zwei Körpertheile, die auf den ersten Blick so verschieden aussehen, wie der Hirnschädel und die Wirbelsäule, sich als ursprünglich gleichartige, aus einer und derselben Grundlage hervorgebildete Theile nachweisen ließen, so war damit eine der schwierigsten naturphilosophischen Aufgaben gelöst. Auch hier begegnet uns wieder der Gedanke des einheitlichen Typus, der Gedanke des einzigen Themas, das nur in den verschiedenen Arten und in den Theilen der einzelnen Arten unendlich variirt wird.

Es waren aber nicht bloß solche weitgreifende Gesetze, um deren Erkenntniß sich Goethe bemühte, sondern es waren auch zahlreiche einzelne, namentlich vergleichend-anatomische Untersuchungen, die ihn lange Zeit hindurch aufs lebhafteste beschäftigen. Unter diesen ist vielleicht keine interessanter, als die Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen. Da diese in mehrfacher Beziehung von Bedeutung für die Entwickelungstheorie ist, so erlaube ich mir, Ihnen dieselbe kurz hier darzulegen. Es existiren bei sämmtlichen

Säugethieren in der oberen Kinnlade zwei Knochenstückchen, welche in der Mittellinie des Gesichts, unterhalb der Nase, sich berühren, und in der Mitte zwischen den beiden Hälften des eigentlichen Oberkieferknochens gelegen sind. Dieses Knochenpaar, welches die vier oberen Schneidezähne trägt, ist bei den meisten Säugethieren ohne Weiteres sehr leicht zu erkennen; beim Menschen dagegen war es zu jener Zeit nicht bekannt, und berühmte vergleichende Anatomen legten sogar auf diesen Mangel des Zwischenkiefers einen sehr großen Werth, indem sie denselben als Hauptunterschied zwischen Menschen und Affen ansahen; es wurde der Mangel des Zwischenkiefers seltsamer Weise als der menschlichste aller menschlichen Charaktere hervorgehoben. Nun wollte es Goethe durchaus nicht in den Kopf, daß der Mensch, der in allen übrigen körperlichen Beziehungen offenbar nur ein höher entwickeltes Säugethier sei, diesen Zwischenkiefer entbehren solle. Er zog aus dem allgemeinen Inductions-Gesetz des Zwischenkiefers bei den Säugethieren den besonderen Deductionsschluß, daß derselbe auch beim Menschen vorkommen müsse; und er hatte keine Ruhe, bis er bei Vergleichung einer großen Anzahl von Schädeln wirklich den Zwischenkiefer auffand. Bei einzelnen Individuen ist derselbe die ganze Lebenszeit hindurch erhalten, während er gewöhnlich frühzeitig mit dem benachbarten Oberkiefer verwächst, und nur bei sehr jugendlichen Menschenschädeln als selbstständiger Knochen nachzuweisen ist. Bei den menschlichen Embryonen kann man ihn jetzt jeden Augenblick vorzeigen. Der Zwischenkiefer ist also beim Menschen in der That vorhanden, und Goethe gebührt der Ruhm, diese in vielfacher Beziehung wichtige Thatsache zuerst festgestellt zu haben, und zwar gegen den Widerspruch der wichtigsten Fachautoritäten, z. B. des berühmten Anatomen Peter Camper. Besonders interessant ist dabei der Weg, auf dem er zu dieser Feststellung gelangte; es ist der Weg, auf dem wir beständig in den organischen Naturwissenschaften fortschreiten, der Weg der Induction und Deduction. Die Induction ist ein Schluß aus zahlreichen einzelnen beobachteten Fällen auf ein allgemeines Gesetz; die Deduction dagegen ist ein Rückschluß aus

dieſem allgemeinen Geſetz auf einen einzelnen, noch nicht wirklich beobachteten Fall. Aus den damals geſammelten empiriſchen Kenntniſſen ging der Inductionsſchluß hervor, daß ſämmtliche Säugethiere den Zwiſchenkiefer beſitzen. Goethe zog daraus den Deductionsſchluß, daß der Menſch, der in allen übrigen Beziehungen ſeiner Organiſation nicht weſentlich von den Säugethieren verſchieden ſei, auch dieſen Zwiſchenkiefer beſitzen müſſe; und er fand ſich in der That bei eingehender Unterſuchung. Es wurde der Deductionsſchluß durch die nachfolgende Erfahrung beſtätigt oder verificirt.

Schon dieſe wenigen Züge mögen Ihnen den hohen Werth vor Augen führen, den wir Goethe's biologiſchen Forſchungen zuſchreiben müſſen. Leider ſind die meiſten ſeiner darauf bezüglichen Arbeiten ſo verſteckt in ſeinen geſammelten Werken, und die wichtigſten Beobachtungen und Bemerkungen ſo zerſtreut in zahlreichen einzelnen Aufſätzen, die andere Themata behandeln, daß es ſchwer iſt, ſie herauszufinden. Auch iſt bisweilen eine vortreffliche, wahrhaft wiſſenſchaftliche Bemerkung ſo eng mit einem Haufen unbrauchbarer naturphiloſophiſcher Phantaſiegebilde verknüpft, daß letztere der erſteren großen Eintrag thun.

Für das außerordentliche Intereſſe, welches Goethe für die organiſche Naturforſchung hegte, iſt vielleicht Nichts bezeichnender, als die lebendige Theilnahme, mit welcher er noch in ſeinen letzten Lebensjahren den in Frankreich ausgebrochenen Streit zwiſchen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire verfolgte. Goethe hat eine intereſſante Darſtellung dieſes merkwürdigen Streites und ſeiner allgemeinen Bedeutung, ſowie eine treffliche Charakteriſtik der beiden großen Gegner in einer beſonderen Abhandlung gegeben, welche er erſt wenige Tage vor ſeinem Tode, im März 1832, vollendete. Dieſe Abhandlung führt den Titel: „Principes de Philosophie zoologique par Mr. Geoffroy de Saint-Hilaire"; ſie iſt Goethe's letztes Werk, und bildet in der Geſammtausgabe ſeiner Werke deren Schluß. Der Streit ſelbſt war in mehrfacher Beziehung von höchſtem Intereſſe. Er drehte ſich weſentlich um die Berechtigung der Entwickelungstheorie.

Dabei wurde er im Schooße der franzöſiſchen Akademie von beiden Gegnern mit einer perſönlichen Leidenſchaftlichkeit geführt, welche in den würdevollen Sitzungen jener gelehrten Körperſchaft faſt unerhört war, und welche bewies, daß beide Naturforſcher für ihre heiligſten und tiefſten Ueberzeugungen kämpften. Am 22ſten Februar 1830 fand der erſte Konflikt ſtatt, welchem bald mehrere andere folgten, der heftigſte am 19. Juli 1830. Geoffroy als das Haupt der franzöſiſchen Naturphiloſophen vertrat die natürliche Entwickelungstheorie und die einheitliche (moniſtiſche) Naturauffaſſung. Er behauptete die Veränderlichkeit der organiſchen Species, die gemeinſchaftliche Abſtammung der einzelnen Arten von gemeinſamen Stammformen, und die Einheit der Organiſation, oder die Einheit des Bauplanes, wie man ſich damals ausdrückte. Cuvier war der entſchiedenſte Gegner dieſer Anſchauungen, wie es ja nach dem, was Sie gehört haben, nichts anders ſein konnte. Er verſuchte zu zeigen, daß die Naturphiloſophen kein Recht hätten, auf Grund des damals vorliegenden empiriſchen Materials ſo weitgehende Schlüſſe zu ziehen, und daß die behauptete Einheit der Organiſation oder des Bauplanes der Organismen nicht exiſtire. Er vertrat die teleologiſche (dualiſtiſche) Naturauffaſſung und behauptete, daß „die Unveränderlichkeit der Species eine nothwendige Bedingung für die Exiſtenz der wiſſenſchaftlichen Naturgeſchichte ſei.“ Cuvier hatte den großen Vortheil vor ſeinem Gegner voraus, für ſeine Behauptungen lauter unmittelbar vor Augen liegende Beweisgründe vorbringen zu können, welche allerdings nur aus dem Zuſammenhang geriſſene einzelne Thatſachen waren. Geoffroy dagegen war nicht im Stande, den von ihm verfochtenen höheren allgemeinen Zuſammenhang der einzelnen Erſcheinungen mit ſo greifbaren Einzelheiten belegen zu können. Daher behielt Cuvier in den Augen der Mehrheit den Sieg, und entſchied für die folgenden drei Jahrzehnte die Niederlage der Naturphiloſophie und die Herrſchaft der ſtreng empiriſchen Richtung. Goethe dagegen nahm natürlich entſchieden für Geoffroy Partei. Wie lebhaft ihn noch in ſeinem

81ſten Jahre dieſer große Kampf beſchäftigte, mag folgende, von Soret erzählte Anekdote bezeugen:

„Montag, 2. Auguſt 1830. Die Nachrichten von der begonnenen Julirevolution gelangten heute nach Weimar und ſetzten Alles in Aufregung. Ich ging im Laufe des Nachmittags zu Goethe. „Nun?“ rief er mir entgegen, „was denken Sie von dieſer großen Begebenheit? Der Vulkan iſt zum Ausbruch gekommen; alles ſteht in Flammen, und es iſt nicht ferner eine Verhandlung bei geſchloſſenen Thüren!“ Eine furchtbare Geſchichte! erwiderte ich. Aber was ließ ſich bei den bekannten Zuſtänden und bei einem ſolchen Miniſterium anders erwarten, als daß man mit der Vertreibung der bisherigen königlichen Familie endigen würde. „Wir ſcheinen uns nicht zu verſtehen, mein Allerbeſter,“ erwiderte Goethe. „Ich rede gar nicht von jenen Leuten; es handelt ſich bei mir um ganz andere Dinge. Ich rede von dem in der Akademie zum öffentlichen Ausbruch gekommenen, für die Wiſſenſchaft ſo höchſt bedeutenden Streite zwiſchen Cuvier und Geoffroy de S. Hilaire.“ Dieſe Aeußerung Goethe's war mir ſo unerwartet, daß ich nicht wußte, was ich ſagen ſollte, und daß ich während einiger Minuten einen völligen Stillſtand in meinen Gedanken verſpürte. „Die Sache iſt von der höchſten Bedeutung,“ fuhr Goethe fort, „und Sie können ſich keinen Begriff davon machen, was ich bei der Nachricht von der Sitzung des 19. Juli empfinde. Wir haben jetzt an Geoffroy de Saint Hilaire einen mächtigen Alliirten auf die Dauer. Ich ſehe aber zugleich daraus, wie groß die Theilnahme der franzöſiſchen wiſſenſchaftlichen Welt in dieſer Angelegenheit ſein muß, indem trotz der furchtbaren politiſchen Aufregung, die Sitzung des 19. Juli dennoch bei einem gefüllten Hauſe ſtattfand. Das Beſte aber iſt, daß die von Geoffroy in Frankreich eingeführte ſynthetiſche Behandlungsweiſe der Natur jetzt nicht mehr rückgängig zu machen iſt. Dieſe Angelegenheit iſt durch die freien Diskuſſionen in der Akademie, und zwar in Gegenwart eines großen Publikums, jetzt öffentlich geworden, ſie läßt ſich nicht mehr

an geheime Ausschüsse verweisen und bei geschlossenen Thüren abthun und unterdrücken."

Von den zahlreichen interessanten und bedeutenden Sätzen, in welchen sich Goethe klar über seine Auffassung der organischen Natur und ihrer beständigen Entwickelung ausspricht, habe ich in meiner generellen Morphologie der Organismen[4]) eine Auswahl als Leitworte an den Eingang der einzelnen Bücher und Kapitel gesetzt. Hier führe ich Ihnen zunächst eine Stelle aus dem Gedichte an, welches die Ueberschrift trägt: „die Metamorphose der Thiere" (1819).

„Alle Glieder bilden sich aus nach ew'gen Gesetzen,
„Und die seltenste Form bewahrt im Geheimen das Urbild.
„Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Thieres,
„Und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
„Mächtig zurück. So zeiget sich fest die geordnete Bildung,
„Welche zum Wechsel sich neigt durch äußerlich wirkende Wesen."

Schon hier ist der Gegensatz zwischen zwei verschiedenen organischen Bildungskräften angedeutet, welche sich gegenüber stehen, und durch ihre Wechselwirkung die Form des Organismus bestimmen; einerseits ein gemeinsames inneres, fest sich erhaltendes Urbild, welches den verschiedensten Gestalten zu Grunde liegt; andrerseits der äußerlich wirkende Einfluß der Umgebung und der Lebensweise, welcher umbildend auf das Urbild einwirkt. Noch bestimmter tritt dieser Gegensatz in folgendem Ausspruch hervor:

„Eine innere ursprüngliche Gemeinschaft liegt aller Organisation zu Grunde; die Verschiedenheit der Gestalten dagegen entspringt aus den nothwendigen Beziehungsverhältnissen zur Außenwelt, und man darf daher eine ursprüngliche, gleichzeitige Verschiedenheit und eine unaufhaltsam fortschreitende Umbildung mit Recht annehmen, um die ebenso konstanten als abweichenden Erscheinungen begreifen zu können."

Das „Urbild" oder der „Typus", welcher als „innere ursprüngliche Gemeinschaft" allen organischen Formen zu Grunde liegt, ist die innere Bildungskraft, welche die ursprüngliche Bildungsrichtung erhält und durch Vererbung fortpflanzt. Die „unaufhaltsam fort-

ſchreitende Umbildung" dagegen, welche „aus den nothwendigen Beziehungsverhältniſſen zur Außenwelt entſpringt", bewirkt als äußere Bildungskraft, durch Anpaſſung an die umgebenden Lebensbedingungen, die unendliche „Verſchiedenheit der Geſtalten". (Gen. Morph. I, 154; II, 224.) Den inneren Bildungstrieb der Vererbung, welcher die Einheit des Urbildes erhält, nennt Goethe an einer anderen Stelle die Centripetalkraft des Organismus, ſeinen Specifikationstrieb; im Gegenſatz dazu nennt er den äußeren Bildungstrieb der Anpaſſung, welcher die Mannichfaltigkeit der organiſchen Geſtalten hervorbringt, die Centrifugalkraft des Organismus, ſeinen Variationstrieb. Die betreffende Stelle, in welcher er ganz klar das „Gegengewicht" dieſer beiden äußerſt wichtigen organiſchen Bildungstriebe bezeichnet, lautet folgendermaßen: „Die Idee der Metamorphoſe iſt gleich der Vis centrifuga und würde ſich ins Unendliche verlieren, wäre ihr nicht ein Gegengewicht zugegeben: ich meine den Specifikationstrieb, das zähe Beharrlichkeitsvermögen deſſen, was einmal zur Wirklichkeit gekommen, eine Vis centripeta, welcher in ihrem tiefſten Grunde keine Aeußerlichkeit etwas anhaben kann."

Unter Metamorphoſe verſteht Goethe nicht allein, wie es heutzutage gewöhnlich verſtanden wird, die Formveränderungen, welche das organiſche Individuum während ſeiner individuellen Entwickelung erleidet, ſondern in weiterem Sinne überhaupt die Umbildung der organiſchen Formen. Die „Idee der Metamorphoſe" iſt beinahe gleichbedeutend mit unſerer „Entwickelungstheorie". Dies ergiebt ſich unter Anderem auch aus folgendem Ausſpruch: „Der Triumph der phyſiologiſchen Metamorphoſe zeigt ſich da, wo das Ganze ſich in Familien, Familien ſich in Geſchlechter, Geſchlechter in Sippen, und dieſe wieder in andere Mannichfaltigkeiten bis zur Individualität ſcheiden, ſondern und umbilden. Ganz ins Unendliche geht dieſes Geſchäft der Natur; ſie kann nicht ruhen, noch beharren, aber auch nicht Alles, was ſie hervorbrachte, bewahren und erhalten.

Aus dem Samen entwickeln sich immer abweichende, die Verhältnisse ihrer Theile zu einander verändert bestimmende Pflanzen."

In den beiden organischen Bildungstrieben, in dem konservativen, centripetalen, innerlichen Bildungstriebe der Vererbung oder der Specifikation einerseits, in dem progressiven, centrifugalen, äußerlichen Bildungstriebe der Anpassung oder der Metamorphose andrerseits, hatte Goethe bereits die beiden großen mechanischen Naturkräfte entdeckt, welche die wirkenden Ursachen der organischen Gestaltungen sind. Diese tiefe biologische Erkenntniß mußte ihn naturgemäß zu dem Grundgedanken der Abstammungslehre führen, zu der Vorstellung, daß die formverwandten organischen Arten wirklich blutsverwandt sind, und daß dieselben von gemeinsamen ursprünglichen Stammformen abstammen. Für die wichtigste von allen Thiergruppen, die Hauptabtheilung der Wirbelthiere, drückt dies Goethe in folgendem merkwürdigen Satze aus (1796!): „Dies also hätten wir gewonnen ungescheut behaupten zu dürfen, daß alle vollkommneren organischen Naturen, worunter wir Fische, Amphibien, Vögel, Säugethiere und an der Spitze der letzten den Menschen sehen, alle nach einem Urbilde geformt seien, das nur in seinen sehr beständigen Theilen mehr oder weniger hin- und herweicht, und sich noch täglich durch Fortpflanzung aus- und umbildet."

Dieser Satz ist in mehrfacher Beziehung von Interesse. Die Theorie, daß „alle vollkommneren organischen Naturen", d. h. alle Wirbelthiere, von einem gemeinsamen Urbilde abstammen, daß sie aus diesem durch Fortpflanzung (Vererbung) und Umbildung (Anpassung) entstanden sind, ist daraus deutlich zu entnehmen. Besonders interessant aber ist, daß Goethe auch hier für den Menschen keine Ausnahme gestattet, ihn vielmehr ausdrücklich in den Stamm der übrigen Wirbelthiere hineinzieht. Die wichtigste specielle Folgerung der Abstammungslehre, daß der Mensch von anderen Wirbelthieren abstammt, läßt sich hier im Keime erkennen[3]).

Noch klarer spricht Goethe diese überaus wichtige Grund-Idee an einer anderen Stelle (1807) in folgenden Worten aus: „Wenn

man Pflanzen und Thiere in ihrem unvollkommensten Zustande betrachtet, so sind sie kaum zu unterscheiden. So viel aber können wir sagen, daß die aus einer kaum zu sondernden Verwandtschaft als Pflanzen und Thiere nach und nach hervortretenden Geschöpfe nach zwei entgegengesetzten Seiten sich vervollkommnen, so daß die Pflanze sich zuletzt im Baume dauernd und starr, das Thier im Menschen zur höchsten Beweglichkeit und Freiheit sich verherrlicht." In diesem merkwürdigen Satze ist nicht allein das genealogische Verwandtschafts-Verhältniß des Pflanzenreichs zum Thierreiche höchst treffend beurtheilt, sondern auch bereits der Kern der einheitlichen oder monophyletischen Descendenz-Hypothese enthalten, deren Bedeutung ich Ihnen später auseinander zu setzen habe. (Vergl. den XVI. Vortrag und den Stammbaum S. 398.)

Zu derselben Zeit, als Goethe in dieser Weise die Grundzüge der Descendenz-Theorie entwarf, finden wir bereits einen anderen deutschen Naturphilosophen angelegentlich mit derselben beschäftigt, nämlich Gottfried Reinhold Treviranus aus Bremen (geb. 1776, gest. 1837). Wie kürzlich Wilhelm Focke in Bremen gezeigt hat, entwickelte Treviranus schon in dem frühesten seiner größeren Werke, in der „Biologie oder Philosophie der lebenden Natur", bereits ganz im Anfange unseres Jahrhunderts, monistische Ansichten von der Einheit der Natur und von dem genealogischen Zusammenhang der Organismen-Arten, die ganz unserem jetzigen Standpunkte entsprechen. In den drei ersten Bänden der Biologie, die 1802, 1803 und 1805 erschienen, also schon mehrere Jahre vor den Hauptwerken von Oken und Lamarck, finden sich zahlreiche Stellen, welche in dieser Beziehung von Interesse sind. Ich will nur einige der wichtigsten hier anführen.

Ueber die Hauptfrage unserer Theorie, über den Ursprung der organischen Species, spricht sich Treviranus folgendermaßen aus: „Jede Form des Lebens kann durch physische Kräfte auf doppelte Art hervorgebracht sein: entweder durch Entstehung aus formloser Materie, oder durch Abänderung der Form bei dauernder Gestaltung.

Im letzteren Falle kann die Urſache dieſer Abänderung entweder in der Einwirkung eines ungleichartigen männlichen Zeugungsſtoffes auf den weiblichen Keim, oder in dem erſt nach der Erzeugung ſtattfindenden Einfluſſe anderer Potenzen liegen. — In jedem lebenden Weſen liegt die Fähigkeit zu einer endloſen Mannichfaltigkeit der Geſtaltungen; jedes beſitzt das Vermögen, ſeine Organiſation den Veränderungen der äußeren Welt anzupaſſen, und dieſes durch den Wechſel des Univerſums in Thätigkeit geſetzte Vermögen iſt es, was die einfachen Zoophyten der Vorwelt zu immer höheren Stufen der Organiſation geſteigert und eine zahlloſe Mannichfaltigkeit in die lebende Natur gebracht hat."

Unter Zoophyten verſteht hier Treviranus die Organismen niederſten Ranges und einfachſter Beſchaffenheit, insbeſondere jene neutralen, zwiſchen Thier und Pflanze in der Mitte ſtehenden Urweſen, die im Ganzen unſeren Protiſten entſprechen. „Dieſe Zoophyten", ſagt er an einer anderen Stelle, „ſind die Urformen, aus welchen alle Organismen der höheren Klaſſen durch allmähliche Entwickelung entſtanden ſind. Wir ſind ferner der Meinung, daß jede Art, wie jedes Individuum, gewiſſe Perioden des Wachsthums, der Blüthe und des Abſterbens hat, daß aber ihr Abſterben nicht Auflöſung, wie bei dem Individuum, ſondern Degeneration iſt. Und hieraus ſcheint uns zu folgen, daß es nicht, wie man gewöhnlich annimmt, die großen Kataſtrophen der Erde ſind, was die Thiere der Vorwelt vertilgt hat, ſondern daß Viele dieſe überlebt haben, und daß ſie vielmehr deswegen aus der jetzigen Natur verſchwunden ſind, weil die Arten, zu welchen ſie gehörten, den Kreislauf ihres Daſeins vollendet haben und in andere Gattungen übergegangen ſind."

Wenn Treviranus an dieſen und anderen Stellen Degeneration als die wichtigſte Urſache der Umbildung der Thier- und Pflanzen-Arten anſieht, ſo verſteht er darunter nicht „Entartung" oder Degeneration in dem heute gebräuchlichen Sinne. Vielmehr iſt ſeine „Degeneration" ganz daſſelbe, was wir heute Anpaſſung oder Abänderung durch den äußeren Bildungstrieb nennen. Daß Tre-

viranus dieſe Umbildung der organiſchen Species durch Anpaſſung, und ihre Erhaltung durch Vererbung, die ganze Mannichfaltigkeit der organiſchen Formen aber durch die Wechſelwirkung von Anpaſſung und Vererbung erklärte, geht auch aus mehreren anderen Stellen klar hervor. Wie tief er dabei die gegenſeitige Abhängigkeit aller lebenden Weſen von einander, und überhaupt den univerſalen Cauſalnexus, d. h. den einheitlichen urſächlichen Zuſammenhang zwiſchen allen Gliedern und Theilen des Weltalls erfaßte, zeigt unter andern noch folgender Satz der Biologie: „Das lebende Individuum iſt abhängig von der Art, die Art von dem Geſchlechte, dieſes von der ganzen lebenden Natur, und die letztere von dem Organismus der Erde. Das Individuum beſitzt zwar ein eigenthümliches Leben und bildet inſofern eine eigene Welt. Aber eben weil das Leben deſſelben beſchränkt iſt, ſo macht es doch zugleich auch ein Organ in dem allgemeinen Organismus aus. Jeder lebende Körper beſteht durch das Univerſum; aber das Univerſum beſteht auch gegenſeitig durch ihn.“

Daß dieſer großartigen mechaniſchen Auffaſſung des Univerſums zufolge Treviranus auch für den Menſchen keine privilegirte Ausnahmeſtellung in der Natur zuließ, vielmehr die allmähliche Entwickelung deſſelben aus niederen Thierformen annahm, iſt bei einem ſo tief und klar denkenden Naturphiloſophen ſelbſtverſtändlich. Und eben ſo ſelbſtverſtändlich iſt es andererſeits, daß er keine Kluft zwiſchen organiſcher und anorganiſcher Natur anerkannte, vielmehr die abſolute Einheit in der Organiſation des ganzen Weltgebäudes behauptete. Dies bezeugt namentlich der folgende Satz: „Jede Unterſuchung über den Einfluß der geſammten Natur auf die lebende Welt muß von dem Grundſatze ausgehen, daß alle lebenden Geſtalten Produkte phyſiſcher, noch in jetzigen Zeiten ſtattfindender, und nur dem Grade oder der Richtung nach veränderter Einflüſſe ſind.“ Hiermit iſt, wie Treviranus ſelbſt ſagt, „das Grundproblem der Biologie gelöſt“, und, fügen wir hinzu, in rein moniſtiſchem oder mechaniſchem Sinne gelöſt.

Als der bedeutendſte der deutſchen Naturphiloſophen gilt gewöhn-

lich weder Treviranus, noch Goethe, ſondern Lorenz Oken, welcher bei Begründung der Wirbeltheorie des Schädels als Nebenbuhler Goethe's auftrat, und dieſem nicht gerade freundlich geſinnt war. Bei der ſehr verſchiedenen Natur der beiden großen Männer, welche eine Zeit lang in nachbarſchaftlicher Nähe lebten, konnten ſie ſich doch gegenſeitig nicht wohl anziehen. Oken's Lehrbuch der Naturphiloſophie, welches als das bedeutendſte Erzeugniß der damaligen naturphiloſophiſchen Schule in Deutſchland bezeichnet werden kann, erſchien 1809, in demſelben Jahre, in welchem auch Lamarck's fundamentales Werk, die „Philosophie zoologique" erſchien. Schon 1802 hatte Oken einen „Grundriß der Naturphiloſophie" veröffentlicht. Wie ſchon früher angedeutet wurde, finden wir bei Oken, verſteckt unter einer Fülle von irrigen, zum Theil ſehr abenteuerlichen und phantaſtiſchen Vorſtellungen, eine Anzahl von werthvollen und tiefen Gedanken. Einige von dieſen Ideen haben erſt in neuerer Zeit, viele Jahre nachdem ſie von ihm ausgeſprochen wurden, allmählich wiſſenſchaftliche Geltung erlangt. Ich will Ihnen hier von dieſen, faſt prophetiſch ausgeſprochenen Gedanken nur zwei anführen, welche zugleich zu der Entwickelungstheorie in der innigſten Beziehung ſtehen.

Eine der wichtigſten Theorien Oken's, welche früherhin ſehr verſchrieen, und namentlich von den ſogenannten exakten Empirikern auf das ſtärkſte bekämpft wurde, iſt die Idee, daß die Lebenserſcheinungen aller Organismen von einem gemeinſchaftlichen chemiſchen Subſtrate ausgehen, gewiſſermaßen einem allgemeinen, einfachen „Lebensſtoff", welchen er mit dem Namen „Urſchleim" belegte. Er dachte ſich darunter, wie der Name ſagt, eine ſchleimartige Subſtanz, eine Eiweißverbindung, die in feſtflüſſigem Aggregatzuſtande befindlich iſt, und das Vermögen beſitzt, durch Anpaſſung an verſchiedene Exiſtenzbedingungen der Außenwelt, und in Wechſelwirkung mit deren Materie, die verſchiedenſten Formen hervorzubringen. Nun brauchen Sie bloß das Wort Urſchleim in das Wort Protoplasma oder Zellſtoff umzuſetzen, um zu einer der größten Errungenſchaften zu

gelangen, welche wir den mikroſkopiſchen Forſchungen der letzten zehn Jahre, insbeſondere denjenigen von Max Schultze, verdanken. Durch dieſe Unterſuchungen hat ſich herausgeſtellt, daß in allen lebendigen Naturkörpern ohne Ausnahme eine gewiſſe Menge einer ſchleimigen, eiweißartigen Materie in feſtflüſſigem Dichtigkeitszuſtande ſich vorfindet, und daß dieſe ſtickſtoffhaltige Kohlenſtoffverbindung ausſchließlich der urſprüngliche Träger und Bewirker aller Lebenserſcheinungen und aller organiſchen Formbildung iſt. Alle anderen Stoffe, welche außerdem noch im Organismus vorkommen, werden erſt von dieſem aktiven Lebensſtoff gebildet, oder von außen aufgenommen. Das organiſche Ei, die urſprüngliche Zelle, aus welcher ſich jedes Thier und jede Pflanze zuerſt entwickelt, beſteht weſentlich nur aus einem runden Klümpchen ſolcher eiweißartigen Materie. Auch der Eidotter iſt nur Eiweiß, mit Fettkörnchen gemengt. Oken hatte alſo wirklich Recht, indem er, mehr ahnend als wiſſend, den Satz ausſprach: „Alles Organiſche iſt aus Schleim hervorgegangen, iſt Nichts als verſchieden geſtalteter Schleim. Dieſer Urſchleim iſt im Meere im Verfolge der Planeten-Entwickelung aus anorganiſcher Materie entſtanden.“

Mit der Urſchleimtheorie Oken's, welche weſentlich mit der neuerlich erſt feſt begründeten, äußerſt wichtigen Protoplasmatheorie zuſammenfällt, ſteht eine andere, eben ſo großartige Idee deſſelben Naturphiloſophen in engem Zuſammenhang. Oken behauptete nämlich ſchon 1809, daß der durch Urzeugung im Meere entſtehende Urſchleim alsbald die Form von mikroſkopiſch kleinen Bläschen annehme, welche er Mile oder Infuſorien nannte. „Die organiſche Welt hat zu ihrer Baſis eine Unendlichkeit von ſolchen Bläschen.“ Die Bläschen entſtehen aus den urſprünglichen feſtflüſſigen Urſchleimkugeln dadurch, daß die Peripherie derſelben ſich verdichtet. Die einfachſten Organismen ſind einfache ſolche Bläschen oder Infuſorien. Jeder höhere Organismus, jedes Thier und jede Pflanze vollkommnerer Art iſt weiter Nichts als „eine Zuſammenhäufung (Syntheſis) von ſolchen infuſorialen Bläschen, die durch verſchiedene Combinationen ſich verſchieden geſtalten und ſo zu höheren Organismen auf-

wachsen". Sie brauchen nun wiederum das Wort Bläschen oder Infusorium nur durch das Wort Zelle zu ersetzen, um zu einer der größten biologischen Theorien unseres Jahrhunderts, zur Zellentheorie zu gelangen. Schleiden und Schwann haben zuerst im Jahre 1838 den empirischen Beweis geliefert, daß alle Organismen entweder einfache Zellen oder Zusammenhäufungen (Syntheſen) von solchen Zellen sind; und die neuere Protoplasmatheorie hat nachgewiesen, daß der wesentlichste (und bisweilen der einzige!) Bestandtheil der echten Zelle das Protoplasma (der Urschleim) ist. Die Eigenschaften, die Oken seinen Infusorien zuschreibt, sind eben die Eigenschaften der Zellen, die Eigenschaften der elementaren Individuen, durch deren Zusammenhäufung, Verbindung und mannichfaltige Ausbildung die höheren Organismen entstanden sind.

Diese beiden, außerordentlich fruchtbaren Gedanken Oken's wurden wegen der absurden Form, in der er sie aussprach, nur wenig berücksichtigt, oder gänzlich verkannt; und es war einer viel späteren Zeit vorbehalten, dieselben durch die Erfahrung zu begründen. Im engsten Zusammenhang mit diesen Vorstellungen stand natürlich auch die Annahme einer Abstammung der einzelnen Thier- und Pflanzenarten von gemeinsamen Stammformen und einer allmählichen, stufenweisen Entwickelung der höheren Organismen aus den niedern. Auch vom Menschen behauptete Oken seine Entwickelung aus niederen Organismen: „Der Mensch ist entwickelt, nicht erschaffen." So viele willkürliche Verkehrtheiten und ausschweifende Phantasiesprünge sich auch in Oken's Naturphilosophie finden mögen, so können sie uns doch nicht hindern, diesen großen und ihrer Zeit weit vorauseilenden Ideen unsere gerechte Bewunderung zu zollen. So viel geht aus den angeführten Behauptungen Goethe's und Oken's, und aus den demnächst zu erörternden Ansichten Lamarck's und Geoffroy's mit Sicherheit hervor, daß in den ersten Decennien unseres Jahrhunderts Niemand der natürlichen, durch Darwin neu begründeten Entwickelungstheorie so nahe kam, als die vielverschrieene Naturphilosophie.

# Fünfter Vortrag.

## Entwickelungstheorie von Kant und Lamarck.

---

**Kant's dualistische Biologie. Seine Ansicht von der Entstehung der Anorgane durch mechanische, der Organismen durch zweckthätige Ursachen. Widerspruch dieser Ansicht mit seiner Hinneigung zur Abstammungslehre. Kant's genealogische Entwickelungstheorie. Beschränkung derselben durch seine Teleologie. Vergleichung der genealogischen Biologie mit der vergleichenden Sprachforschung. Ansichten zu Gunsten der Descendenztheorie von Leopold Buch, Bär, Schleiden, Unger, Schaafhausen, Victor Carus, Büchner. Die französische Naturphilosophie. Lamarck's Philosophie zoologique. Lamarck's monistisches (mechanisches) Natursystem. Seine Ansichten von der Wechselwirkung der beiden organischen Bildungskräfte, der Vererbung und Anpassung. Lamarck's Ansicht von der Entwickelung des Menschengeschlechts aus affenartigen Säugethieren. Vertheidigung der Descendenztheorie durch Geoffroy S. Hilaire, Naudin und Lecoq. Die englische Naturphilosophie. Ansichten zu Gunsten der Descendenztheorie von Erasmus Darwin, W. Herbert, Grant, Freke, Herbert, Spencer, Hooker, Huxley. Doppeltes Verdienst von Charles Darwin.**

Meine Herren! Die teleologische Naturbetrachtung, welche die Erscheinungen in der organischen Welt durch die zweckmäßige Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers oder einer zweckthätigen Endursache erklärt, führt nothwendig in ihren letzten Konsequenzen entweder zu ganz unhaltbaren Widersprüchen, oder zu einer zwiespältigen (dualistischen) Naturauffassung, welche zu der überall wahrnehmbaren Einheit und Einfachheit der obersten Naturgesetze im entschiedensten Widerspruch steht. Die Philosophen, welche jener Teleologie huldigen, müssen nothwendiger Weise zwei grundverschiedene Naturen annehmen: eine anorganische Natur, welche durch mechanisch wirkende

Ursachen (causae efficientes), und eine organische Natur, welche durch zweckmäßig thätige Ursachen (causae finales) erklärt werden muß. (Vergl. S. 31.)

Dieser Dualismus tritt uns auffallend entgegen, wenn wir die Naturanschauung eines der größten deutschen Philosophen, Kant's, betrachten, und die Vorstellungen ins Auge fassen, welche er sich von der Entstehung der Organismen bildete. Eine nähere Betrachtung dieser Vorstellungen ist hier schon deshalb geboten, weil wir in Kant einen der wenigen Philosophen verehren, welche eine gediegene naturwissenschaftliche Bildung mit einer außerordentlichen Klarheit und Tiefe der Speculation verbinden. Der Königsberger Philosoph erwarb sich nicht bloß durch Begründung der kritischen Philosophie den höchsten Ruhm unter den speculativen Philosophen, sondern auch durch seine mechanische Kosmogenie einen glänzenden Namen unter den Naturforschern. Schon im Jahre 1755 machte er in seiner „allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels[22])" den kühnen Versuch, „die Verfassung und den mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen abzuhandeln", und mit Ausschluß aller Wunder aus dem natürlichen Entwickelungsgange der Materie mechanisch zu erklären. Diese Kantische Kosmogenie oder die „kosmologische Gastheorie", welche wir nachher (im XIII. Vortrage) kurz erörtern werden, wurde späterhin von dem französischen Mathematiker Laplace und von dem englischen Astronomen Herschel ausführlicher begründet und erfreut sich noch heute einer fast allgemeinen Anerkennung. Schon allein wegen dieses wichtigen Werkes, in welchem exaktes physikalisches Wissen mit der geistvollsten Speculation gepaart ist, verdient Kant den Ehrennamen eines Naturphilosophen im besten und reinsten Sinne des Wortes.

Wenn Sie Kant's Kritik der teleologischen Urtheilskraft, sein bedeutendstes biologisches Werk, lesen, so gewahren Sie, daß er sich bei Betrachtung der organischen Natur wesentlich immer auf dem teleologischen oder dualistischen Standpunkt erhält, während er für die anorganische Natur unbedingt und ohne Rückhalt die mechanische oder

monistische Erklärungsmethode annimmt. Er behauptet, daß sich im Gebiete der anorganischen Natur sämmtliche Erscheinungen aus mechanischen Ursachen, aus den bewegenden Kräften der Materie selbst erklären lassen, im Gebiete der organischen Natur dagegen nicht. In der gesammten Anorganologie (in der Geologie und Mineralogie, in der Meteorologie und Astronomie, in der Physik und Chemie der anorganischen Naturkörper) sollen alle Erscheinungen bloß durch Mechanismus (causa efficiens), ohne Dazwischenkunft eines Endzweckes erklärbar sein. In der gesammten Biologie dagegen, in der Botanik, Zoologie und Anthropologie, soll der Mechanismus nicht ausreichend sein, uns alle Erscheinungen zu erklären; vielmehr können wir dieselben nur durch Annahme einer zweckmäßig wirkenden Endursache (causa finalis) begreifen. An mehreren Stellen hebt Kant ausdrücklich hervor, daß man, von einem streng naturwissenschaftlich-philosophischen Standpunkt aus, für alle Erscheinungen ohne Ausnahme eine mechanische Erklärungsweise fordern müsse, und daß der Mechanismus allein eine wirkliche Erklärung einschließe. Zugleich meint er aber, daß gegenüber den belebten Naturkörpern, den Thieren und Pflanzen, unser menschliches Erkenntnißvermögen beschränkt sei, und nicht ausreiche, um hinter die eigentliche wirksame Ursache der organischen Vorgänge, insbesondere der Entstehung der organischen Formen, zu gelangen. Die Befugniß der menschlichen Vernunft zur mechanischen Erklärung aller Erscheinungen sei unbeschränkt, aber ihr Vermögen dazu begrenzt, indem man die organische Natur nur teleologisch betrachten könne.

Nun sind aber einige Stellen sehr merkwürdig, in denen Kant auffallend von dieser Anschauung abweicht, und mehr oder minder bestimmt den Grundgedanken der Abstammungslehre ausspricht. Er behauptet da sogar die Nothwendigkeit einer genealogischen Auffassung des organischen Systems, wenn man überhaupt zu einem wissenschaftlichen Verständniß desselben gelangen wolle. Die wichtigste und merkwürdigste von diesen Stellen findet sich in der „Methodenlehre der teleologischen Urtheilskraft" (§. 79), welche 1790 in der „Kritik der

Urtheilskraft" erſchien. Bei dem außerordentlichen Intereſſe, welches dieſe Stelle ſowohl für die Beurtheilung der Kantiſchen Philoſophie, als für die Geſchichte der Deſcendenztheorie beſitzt, erlaube ich mir, Ihnen dieſelbe hier wörtlich mitzutheilen.

„Es iſt rühmlich, mittelſt einer comparativen Anatomie die große Schöpfung organiſirter Naturen durchzugehen, um zu ſehen: ob ſich daran nicht etwas einem Syſtem Aehnliches, und zwar dem Erzeugungsprinzip nach, vorfinde, ohne daß wir nöthig haben, beim bloßen Beurtheilungsprinzip, welches für die Einſicht ihrer Erzeugung keinen Aufſchluß giebt, ſtehen zu bleiben, und muthlos allen Anſpruch auf Natureinſicht in dieſem Felde aufzugeben. Die Uebereinkunft ſo vieler Thiergattungen in einem gewiſſen gemeinſamen Schema, das nicht allein in ihrem Knochenbau, ſondern auch in der Anordnung der übrigen Theile zum Grunde zu liegen ſcheint, wo bewunderungswürdige Einfalt des Grundriſſes durch Verkürzung einer und Verlängerung anderer, durch Entwickelung dieſer und Auswickelung jener Theile, eine ſo große Mannichfaltigkeit von Species hat hervorbringen können, läßt einen obgleich ſchwachen Strahl von Hoffnung ins Gemüth fallen, daß hier wohl Etwas mit dem Prinzip des Mechanismus der Natur, ohne das es ohnedies keine Naturwiſſenſchaft geben kann, auszurichten ſein möchte. Dieſe Analogie der Formen, ſo fern ſie bei aller Verſchiedenheit einem gemeinſchaftlichen Urbilde gemäß erzeugt zu ſein ſcheinen, verſtärkt die Vermuthung einer wirklichen Verwandtſchaft derſelben in der Erzeugung von einer gemeinſchaftlichen Urmutter durch die ſtufenartige Annäherung einer Thiergattung zur anderen, von derjenigen an, in welcher das Prinzip der Zwecke am meiſten bewährt zu ſein ſcheint, nämlich dem Menſchen, bis zum Polyp, von dieſem ſogar bis zu Mooſen und Flechten, und endlich zu der niedrigſten uns merklichen Stufe der Natur, zur rohen Materie: aus welcher und ihren Kräften nach mechaniſchen Geſetzen (gleich denen, danach ſie in Kryſtallerzeugungen wirkt) die ganze Technik der Natur, die uns in organiſirten Weſen ſo unbegreiflich iſt, daß wir uns dazu ein anderes Prinzip zu denken ge-

nöthigt glauben, abzustammen scheint. Hier steht es nun dem Archäologen der Natur frei, aus den übrig gebliebenen Spuren ihrer ältesten Revolutionen, nach allen ihm bekannten oder gemuthmaßten Mechanismen derselben, jene große Familie von Geschöpfen (denn so müßte man sie sich vorstellen, wenn die genannte, durchgängig zusammenhängende Verwandtschaft einen Grund haben soll) entspringen zu lassen."

Wenn Sie diese merkwürdige Stelle aus Kant's Kritik der teleologischen Urtheilskraft herausnehmen und einzeln für sich betrachten, so müssen Sie darüber erstaunen, wie tief und klar der große Denker schon damals (1790!) die innere Nothwendigkeit der Abstammungslehre erkannte, und sie als den einzig möglichen Weg zur Erklärung der organischen Natur durch mechanische Gesetze, d. h. zu einer wahrhaft wissenschaftlichen Erkenntniß bezeichnete. Auf Grund dieser einen Stelle könnte man Kant geradezu neben Goethe und Lamarck als einen der ersten Begründer der Abstammungslehre bezeichnen, und dieser Umstand dürfte bei dem hohen Ansehen, in welchem Kant's kritische Philosophie mit vollem Rechte steht, vielleicht geeignet sein, manchen Philosophen zu Gunsten derselben umzustimmen. Sobald Sie indessen diese Stelle im Zusammenhang mit dem übrigen Gedankengang der „Kritik der Urtheilskraft" betrachten, und anderen geradezu widersprechenden Stellen gegenüber halten, zeigt sich Ihnen deutlich, daß Kant in diesen und einigen ähnlichen (aber schwächeren) Sätzen über sich selbst hinausging und seinen in der Biologie gewöhnlich eingenommenen teleologischen Standpunkt verließ.

Selbst unmittelbar auf jenen wörtlich angeführten, bewunderungswürdigen Satz folgt ein Zusatz, welcher demselben die Spitze abbricht. Nachdem Kant so eben ganz richtig die „Entstehung der organischen Formen aus der rohen Materie nach mechanischen Gesetzen (gleich denen der Krystallerzeugung)", sowie eine stufenweise Entwickelung der verschiedenen Species durch Abstammung von einer gemeinschaftlichen Urmutter behauptet hatte, fügte er hinzu: „Allein er (der Archäolog der Natur, d. h. der Paläontolog) muß gleich-

wohl zu dem Ende dieser allgemeinen Mutter eine auf alle diese Geschöpfe zweckmäßig gestellte Organisation beilegen, widrigenfalls die Zweckform der Produkte des Thier- und Pflanzenreichs ihrer Möglichkeit nach gar nicht zu denken ist." Offenbar hebt dieser Zusatz den wichtigsten Grundgedanken des vorhergehenden Satzes, daß durch die Descendenztheorie eine rein mechanische Erklärung der organischen Natur möglich werde, vollständig wieder auf. Und daß diese teleologische Betrachtung der organischen Natur bei Kant die herrschende war, zeigt schon die Ueberschrift des merkwürdigen §. 79, welcher jene beiden widersprechenden Sätze enthält: „Von der nothwendigen Unterordnung des Prinzips des Mechanismus unter das teleologische in Erklärung eines Dinges als Naturzweck."

Am schärfsten spricht sich Kant gegen die mechanische Erklärung der organischen Natur in folgender Stelle aus (§. 74): „Es ist ganz gewiß, daß wir die organisirten Wesen und deren innere Möglichkeit nach bloß mechanischen Prinzipien der Natur nicht einmal zureichend kennen lernen, viel weniger uns erklären können, und zwar so gewiß, daß man dreist sagen kann: Es ist für Menschen ungereimt, auch nur einen solchen Anschlag zu fassen, oder zu hoffen, daß noch etwa dereinst ein Newton aufstehen könne, der auch nur die Erzeugung eines Grashalms nach Naturgesetzen, die keine Absicht geordnet hat, begreiflich machen werde, sondern man muß diese Einsicht dem Menschen schlechterdings absprechen." Nun ist aber dieser unmögliche Newton siebenzig Jahre später in Darwin wirklich erschienen und seine Selectionstheorie hat die Aufgabe thatsächlich gelöst, deren Lösung Kant für absolut undenkbar erklärt hatte!

Im Anschluß an Kant und an die deutschen Naturphilosophen, mit deren Entwickelungstheorie wir uns im vorhergehenden Vortrage beschäftigt haben, erscheint es gerechtfertigt, jetzt noch kurz einiger anderer deutscher Naturforscher und Philosophen zu gedenken, welche im Laufe unseres Jahrhunderts mehr oder minder bestimmt

gegen die herrschenden teleologischen Schöpfungsvorstellungen sich auflehnten, und den mechanischen Grundgedanken der Abstammungslehre geltend machten. Bald waren es mehr allgemeine philosophische Betrachtungen, bald mehr besondere empirische Wahrnehmungen, welche diese denkenden Männer auf die Vorstellung brachten, daß die einzelnen organischen Species von gemeinsamen Stammformen abstammen müßten. Unter ihnen will ich zunächst den großen deutschen Geologen Leopold Buch hervorheben. Wichtige Beobachtungen über die geographische Verbreitung der Pflanzen führten ihn in seiner trefflichen „physikalischen Beschreibung der canarischen Inseln" zu folgendem merkwürdigen Ausspruch:

„Die Individuen der Gattungen auf Continenten breiten sich aus, entfernen sich weit, bilden durch Verschiedenheit der Standörter, Nahrung und Boden Varietäten, welche, in ihrer Entfernung nie von anderen Varietäten gekreuzt und dadurch zum Haupttypus zurückgebracht, endlich constant und zur eignen Art werden. Dann erreichen sie vielleicht auf anderen Wegen auf das Neue die ebenfalls veränderte vorige Varietät, beide nun als sehr verschiedene und sich nicht wieder mit einander vermischende Arten. Nicht so auf Inseln. Gewöhnlich in enge Thäler, oder in den Bezirk schmaler Zonen gebannt, können sich die Individuen erreichen und jede gesuchte Fixirung einer Varietät wieder zerstören. Es ist dies ungefähr so, wie Sonderbarkeiten oder Fehler der Sprache zuerst durch das Haupt einer Familie, dann durch Verbreitung dieser selbst, über einen ganzen Distrikt einheimisch werden. Ist dieser abgesondert und isolirt, und bringt nicht die stete Verbindung mit andern die Sprache auf ihre vorherige Reinheit zurück, so wird aus dieser Abweichung ein Dialekt. Verbinden natürliche Hindernisse, Wälder, Verfassung, Regierung, die Bewohner des abweichenden Distrikts noch enger, und trennen sie sich noch schärfer von den Nachbarn, so fixirt sich der Dialekt, und es wird eine völlig verschiedene Sprache." (Uebersicht der Flora auf den Canarien, S. 133.)

Sie sehen, daß Buch hier auf den Grundgedanken der Abstammungslehre durch die Erscheinungen der Pflanzengeographie geführt

wird, ein biologiſches Gebiet, welches in der That eine Maſſe von Beweiſen zu Gunſten derſelben liefert. Darwin hat dieſe Beweiſe in zwei beſonderen Kapiteln ſeines Werkes (dem elften und zwölften) ausführlich erörtert. Buch's Bemerkung iſt aber auch deshalb von Intereſſe, weil ſie uns auf die äußerſt lehrreiche Vergleichung der verſchiedenen Sprachzweige und der Organismenarten führt, eine Vergleichung, welche ſowohl für die vergleichende Sprachwiſſenſchaft, als für die vergleichende Thier- und Pflanzenkunde vom größten Nutzen iſt. Gleichwie z. B. die verſchiedenen Dialekte, Mundarten, Sprachäſte und Sprachzweige der deutſchen, ſlaviſchen, griechiſch-lateiniſchen und iraniſch-indiſchen Grundſprache von einer einzigen gemeinſchaftlichen indogermaniſchen Urſprache abſtammen, und gleichwie ſich deren Unterſchiede durch die Anpaſſung, ihre gemeinſamen Grundcharaktere durch die Vererbung erklären, ſo ſtammen auch die verſchiedenen Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen und Klaſſen der Wirbelthiere von einer einzigen gemeinſchaftlichen Wirbelthierform ab; auch hier iſt die Anpaſſung die Urſache der Verſchiedenheiten, die Vererbung die Urſache des gemeinſamen Grundcharakters. Dieſer intereſſante Parallelismus in der divergenten Entwickelung der Sprachformen und der Organismen-Formen iſt in ſehr einleuchtender Weiſe von einem unſerer erſten vergleichenden Sprachforſcher erörtert worden, von dem genialen Auguſt Schleicher, der namentlich den Stammbaum der indogermaniſchen Sprachen in der ſcharfſinnigſten Weiſe phylogenetiſch entwickelt hat[6]).

Von anderen hervorragenden deutſchen Naturforſchern, die ſich mehr oder minder beſtimmt für die Deſcendenztheorie ausſprachen, und die auf ganz verſchiedenen Wegen zu derſelben hingeführt wurden, habe ich zunächſt Carl Ernſt Bär zu nennen, den großen Reformator der thieriſchen Entwickelungsgeſchichte. In einem 1834 gehaltenen Vortrage, betitelt: „Das allgemeinſte Geſetz der Natur in aller Entwickelung" erläutert derſelbe vortrefflich, daß nur eine ganz kindiſche Naturbetrachtung die organiſchen Arten als bleibende und unveränderliche Typen anſehen könne, und daß im Gegentheil dieſel-

ben nur vorübergehende Zeugungsreihen ſein können, die durch Umbildung aus gemeinſamen Stammformen ſich entwickelt haben. Dieſelbe Anſicht begründete Bär ſpäter (1859) durch die Geſetze der geographiſchen Verbreitung der Organismen.

J. M. Schleiden, welcher vor 30 Jahren hier in Jena durch ſeine ſtreng empiriſch-philoſophiſche und wahrhaft wiſſenſchaftliche Methode eine neue Epoche für die Pflanzenkunde begründete, erläuterte in ſeinen bahnbrechenden Grundzügen der wiſſenſchaftlichen Botanik [7]) die philoſophiſche Bedeutung des organiſchen Speciesbegriffes, und zeigte, daß derſelbe nur in dem allgemeinen Geſetze der Specifikation ſeinen ſubjectiven Urſprung habe. Die verſchiedenen Pflanzenarten ſind nur die ſpecificirten Produkte der Pflanzenbildungstriebe, welche durch die verſchiedenen Kombinationen der Grundkräfte der organiſchen Materie entſtehen.

Der ausgezeichnete Wiener Botaniker F. Unger wurde durch ſeine gründlichen und umfaſſenden Unterſuchungen über die ausgeſtorbenen Pflanzenarten zu einer paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte des Pflanzenreichs geführt, welche den Grundgedanken der Abſtammungslehre klar ausſpricht. In ſeinem „Verſuch einer Geſchichte der Pflanzenwelt" (1852) behauptet er die Abſtammung aller verſchiedenen Pflanzenarten von einigen wenigen Stammformen, und vielleicht von einer einzigen Urpflanze, einer einfachſten Pflanzenzelle. Er zeigt, daß dieſe Anſchauungsweiſe von dem genetiſchen Zuſammenhang aller Pflanzenformen nicht nur phyſiologiſch nothwendig, ſondern auch empiriſch begründet ſei [8]).

Victor Carus in Leipzig that in der Einleitung zu ſeinem 1853 erſchienenen trefflichen „Syſtem der thieriſchen Morphologie" [9]), welches die allgemeinen Bildungsgeſetze des Thierkörpers durch die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeſchichte philoſophiſch zu begründen verſuchte, folgenden Ausſpruch: „Die in den älteſten geologiſchen Lagern begrabenen Organismen ſind als die Urahnen zu betrachten, aus denen durch fortgeſetzte Zeugung und Akkommodation

an progressiv sehr verschiedene Lebensverhältnisse der Formenreichthum der jetzigen Schöpfung entstand."

In demselben Jahre (1853) erklärte sich der Bonner Anthropologe Schaaffhausen in einem Aufsatze „über Beständigkeit und Umwandlung der Arten" entschieden zu Gunsten der Descendenztheorie. Die lebenden Pflanzen- und Thierarten sind nach ihm die umgebildeten Nachkommen der ausgestorbenen Species, aus denen sie durch allmähliche Abänderung entstanden sind. Das Auseinanderweichen (die Divergenz oder Sonderung) der nächstverwandten Arten geschieht durch Zerstörung der verbindenden Zwischenstufen. Auch für den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts und seine allmähliche Entwickelung aus affenähnlichen Thieren, die wichtigste Konsequenz der Abstammungslehre, sprach sich Schaaffhausen (1857) schon mit Bestimmtheit aus.

Endlich ist von deutschen Naturphilosophen noch besonders Louis Büchner hervorzuheben, welcher in seinem berühmten Buche „Kraft und Stoff" 1855 ebenfalls die Grundzüge der Descendenztheorie selbstständig entwickelte, und zwar vorzüglich auf Grund der unwiderleglichen empirischen Zeugnisse, welche uns die paläontologische und die individuelle Entwickelung der Organismen, sowie ihre vergleichende Anatomie, und der Parallelismus dieser Entwickelungsreihen liefert. Büchner zeigte sehr einleuchtend, daß schon hieraus eine Entwickelung der verschiedenen organischen Species aus gemeinsamen Stammformen nothwendig folge, und daß die Entstehung dieser ursprünglichen Stammformen nur durch Urzeugung denkbar sei[10]).

Von den deutschen Naturphilosophen wenden wir uns nun zu den französischen, welche ebenfalls seit dem Beginne unseres Jahrhunderts die Entwickelungstheorie vertraten.

An der Spitze der französischen Naturphilosophie steht Jean Lamarck, welcher in der Geschichte der Abstammungslehre neben Darwin und Goethe den ersten Platz einnimmt. Ihm wird der unsterbliche Ruhm bleiben, zum ersten Male die Descendenztheorie als selbstständige wissenschaftliche Theorie ersten Ranges durchgeführt

und als die naturphilosophische Grundlage der ganzen Biologie festgestellt zu haben. Obwohl Lamarck bereits 1744 geboren wurde, begann er doch mit Veröffentlichung seiner Theorie erst im Beginn unseres Jahrhunderts, im Jahre 1801, und begründete dieselbe erst ausführlicher 1809, in seiner klassischen „Philosophie zoologique“ [2]). Dieses bewunderungswürdige Werk ist die erste zusammenhängende und streng bis zu allen Konsequenzen durchgeführte Darstellung der Abstammungslehre. Durch die rein mechanische Betrachtungsweise der organischen Natur und die streng philosophische Begründung von deren Nothwendigkeit erhebt sich Lamarck's Werk weit über die vorherrschend dualistischen Anschauungen seiner Zeit, und bis auf Darwin's Werk, welches gerade ein halbes Jahrhundert später erschien, finden wir kein zweites, welches wir in dieser Beziehung der Philosophie zoologique an die Seite setzen könnten. Wie weit dieselbe ihrer Zeit vorauseilte, geht wohl am besten daraus hervor, daß sie von den Meisten gar nicht verstanden und fünfzig Jahre hindurch todtgeschwiegen wurde. Lamarck's größter Gegner, Cuvier, erwähnt in seinem Bericht über die Fortschritte der Naturwissenschaften, in welchem die unbedeutendsten anatomischen Untersuchungen Aufnahme fanden, dieses epochemachende Werk mit keinem Worte. Auch Goethe, welcher sich so lebhaft für die französische Naturphilosophie, für „die Gedanken der verwandten Geister jenseits des Rheins“, interessirte, gedenkt Lamarck's nirgends, und scheint die Philosophie zoologique gar nicht gekannt zu haben. Den hohen Ruf, welchen Lamarck sich als Naturforscher erwarb, verdankt derselbe nicht seinem höchst bedeutenden allgemeinen Werke, sondern zahlreichen speciellen Arbeiten über niedere Thiere, insbesondere Mollusken, sowie einer ausgezeichneten „Naturgeschichte der wirbellosen Thiere“, welche 1815—1822 in sieben Bänden erschien. Der erste Band dieses berühmten Werkes (1815) enthält in der allgemeinen Einleitung ebenfalls eine ausführliche Darstellung seiner Abstammungslehre. Von der ungemeinen Bedeutung der Philosophie zoologique kann ich Ihnen vielleicht keine bessere



586580

Vorstellung geben, als wenn ich Ihnen daraus einige der wichtigsten Sätze wörtlich anführe:

„Die systematischen Eintheilungen, die Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, sowie deren Benennungen, sind willkürliche Kunsterzeugnisse des Menschen. Die Arten oder Species der Organismen sind von ungleichem Alter, nach einander entwickelt und zeigen nur eine relative, zeitweilige Beständigkeit; aus Varietäten gehen Arten hervor. Die Verschiedenheit in den Lebensbedingungen wirkt verändernd auf die Organisation, die allgemeine Form und die Theile der Thiere ein, ebenso der Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe. Im ersten Anfang sind nur die allereinfachsten und niedrigsten Thiere und Pflanzen entstanden und erst zuletzt diejenigen von der höchst zusammengesetzten Organisation. Der Entwickelungsgang der Erde und ihrer organischen Bevölkerung war ganz continuirlich, nicht durch gewaltsame Revolutionen unterbrochen. Das Leben ist nur ein physikalisches Phänomen. Alle Lebenserscheinungen beruhen auf mechanischen, auf physikalischen und chemischen Ursachen, die in der Beschaffenheit der organischen Materie selbst liegen. Die einfachsten Thiere und die einfachsten Pflanzen, welche auf der tiefsten Stufe der Organisationsleiter stehen, sind entstanden und entstehen noch heute durch Urzeugung (Generatio spontanea). Alle lebendigen Naturkörper oder Organismen sind denselben Naturgesetzen, wie die leblosen Naturkörper oder die Anorgane unterworfen. Die Ideen und Thätigkeiten des Verstandes sind Bewegungserscheinungen des Centralnervensystems. Der Wille ist in Wahrheit niemals frei. Die Vernunft ist nur ein höherer Grad von Entwickelung und Verbindung der Urtheile."

Das sind nun in der That erstaunlich kühne, großartige und weitreichende Ansichten, welche Lamarck vor 65 Jahren in diesen Sätzen niederlegte, und zwar zu einer Zeit, in welcher deren Begründung durch massenhafte Thatsachen nicht entfernt so, wie heutzutage, möglich war. Sie sehen, daß Lamarck's Werk eigentlich ein vollständiges, streng monistisches (mechanisches) Natursystem ist, daß alle

wichtigen allgemeinen Grundsätze der monistischen Biologie bereits von ihm vertreten werden: Die Einheit der wirkenden Ursachen in der organischen und anorganischen Natur, der letzte Grund dieser Ursachen in den chemischen und physikalischen Eigenschaften der Materie, der Mangel einer besonderen Lebenskraft oder einer organischen Endursache; die Abstammung aller Organismen von einigen wenigen, höchst einfachen Stammformen oder Urwesen, welche durch Urzeugung aus anorganischer Materie entstanden sind; der zusammenhängende Verlauf der ganzen Erdgeschichte, der Mangel der gewaltsamen und totalen Erdrevolutionen, und überhaupt die Undenkbarkeit jedes Wunders, jedes übernatürlichen Eingriffs in den natürlichen Entwickelungsgang der Materie.

Daß Lamarck's bewunderungswürdige Geistesthat fast gar keine Anerkennung fand, liegt theils in der ungeheuren Weite des Riesenschritts, mit welchem er dem folgenden halben Jahrhundert vorauseilte, theils aber auch in der mangelhaften empirischen Begründung derselben, und in der oft etwas einseitigen Art seiner Beweisführung. Als die nächsten mechanischen Ursachen, welche die beständige Umbildung der organischen Formen bewirken, erkennt Lamarck ganz richtig die Verhältnisse der Anpassung an, während er die Formähnlichkeit der verschiedenen Arten, Gattungen, Familien u. s. w. mit vollem Rechte auf ihre Blutsverwandtschaft zurückführt, also durch die Vererbung erklärt. Die Anpassung besteht nach ihm darin, daß die beständige langsame Veränderung der Außenwelt eine entsprechende Veränderung in den Thätigkeiten und dadurch auch weiter in den Formen der Organismen bewirkt. Das größte Gewicht legt er dabei auf die Wirkung der Gewohnheit, auf den Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Allerdings ist dieser, wie Sie später sehen werden, für die Umbildung der organischen Formen von der höchsten Bedeutung. Allein in der Weise, wie Lamarck hieraus allein oder doch vorwiegend die Veränderung der Formen erklären wollte, ist das meistens doch nicht möglich. Er sagt z. B., daß der lange Hals der Giraffe entstanden sei durch das beständige Hinaufrecken des Halses

nach hohen Bäumen, und das Bestreben, die Blätter von deren Aesten zu pflücken; da die Giraffe meistens in trockenen Gegenden lebt, wo nur das Laub der Bäume ihr Nahrung gewährt, war sie zu dieser Thätigkeit gezwungen. Ebenso sind die langen Zungen der Spechte, Colibris und Ameisenfresser durch die Gewohnheit entstanden, ihre Nahrung aus engen, schmalen und tiefen Spalten oder Kanälen herauszuholen. Die Schwimmhäute zwischen den Zehen der Schwimmfüße bei Fröschen und anderen Wasserthieren sind lediglich durch das fortwährende Bemühen zu schwimmen, durch das Schlagen der Füße in das Wasser, durch die Schwimmbewegungen selbst entstanden. Durch Vererbung auf die Nachkommen wurden diese Gewohnheiten befestigt und durch weitere Ausbildung derselben schließlich die Organe ganz umgebildet. So richtig im Ganzen dieser Grundgedanke ist, so legt doch Lamarck zu ausschließlich das Gewicht auf die Gewohnheit (Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe), allerdings eine der wichtigsten, aber nicht die einzige Ursache der Formveränderung. Dies kann uns jedoch nicht hindern, anzuerkennen, daß Lamarck die Wechselwirkung der beiden organischen Bildungstriebe, der Anpassung und Vererbung, ganz richtig begriff. Nur fehlte ihm dabei das äußerst wichtige Prinzip der „natürlichen Züchtung im Kampfe um das Dasein", mit welchem Darwin uns erst 50 Jahre später bekannt machte.

Als ein besonderes Verdienst Lamarck's ist nun noch hervorzuheben, daß er bereits versuchte, die Entwickelung des Menschengeschlechts aus anderen, zunächst affenartigen Säugethieren darzuthun. Auch hier war es wieder in erster Linie die Gewohnheit, der er den umbildenden, veredelnden Einfluß zuschrieb. Er nahm also an, daß die niedersten, ursprünglichen Urmenschen entstanden seien aus den menschenähnlichen Affen, indem die letzteren sich angewöhnt hätten, aufrecht zu gehen. Die Erhebung des Rumpfes, das beständige Streben, sich aufrecht zu erhalten, führte zunächst zu einer Umbildung der Gliedmaßen, zu einer stärkeren Differenzirung oder Sonderung der vorderen und hinteren Extremitäten, welche mit

Recht als einer der wesentlichsten Unterschiede zwischen Menschen und Affen gilt. Hinten entwickelten sich Waden und platte Fußsohlen, vorn Greifarme und Hände. Der aufrechte Gang hatte zunächst eine freiere Umschau über die Umgebung zur Folge, und damit einen bedeutenden Fortschritt in der geistigen Entwickelung. Die Menschenaffen erlangten dadurch bald ein großes Uebergewicht über die anderen Affen, und weiterhin überhaupt über die umgebenden Organismen. Um die Herrschaft über diese zu behaupten, thaten sie sich in Gesellschaften zusammen, und es entwickelte sich, wie bei allen geselliglebenden Thieren, das Bedürfniß einer Mittheilung ihrer Bestrebungen und Gedanken. So entstand das Bedürfniß der Sprache, deren anfangs rohe, ungegliederte Laute bald mehr und mehr in Verbindung gesetzt, ausgebildet und artikulirt wurden. Die Entwickelung der artikulirten Sprache war nun wieder der stärkste Hebel für eine weiter fortschreitende Entwickelung des Organismus und vor Allem des Gehirns, und so verwandelten sich allmählich und langsam die Affenmenschen in echte Menschen. Die wirkliche Abstammung der niedersten und rohesten Urmenschen von den höchst entwickelten Affen wurde also von Lamarck bereits auf das bestimmteste behauptet, und durch eine Reihe der wichtigsten Beweisgründe unterstützt.

Als der bedeutendste der französischen Naturphilosophen gilt gewöhnlich nicht Lamarck, sondern Etienne Geoffroy St. Hilaire (der Aeltere), geb. 1771, derjenige, für welchen auch Goethe sich besonders interessirte, und den wir oben bereits als den entschiedensten Gegner Cuvier's kennen gelernt haben. Er entwickelte seine Ideen von der Umbildung der organischen Species bereits gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, veröffentlichte dieselben aber erst im Jahre 1828, und vertheidigte sie dann in den folgenden Jahren, besonders 1830, tapfer gegen Cuvier. Geoffroy S. Hilaire nahm im Wesentlichen die Descendenztheorie Lamarck's an, glaubte jedoch, daß die Umbildung der Thier- und Pflanzenarten weniger durch die eigene Thätigkeit des Organismus, (durch Gewohnheit, Uebung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe) bewirkt werde, als vielmehr

durch den „Monde ambiant“, d. h. durch die beständige Veränderung der Außenwelt, insbesondere der Atmosphäre. Er faßt den Organismus gegenüber den Lebensbedingungen der Außenwelt mehr passiv oder leidend auf, Lamarck dagegen mehr aktiv oder handelnd. Geoffroy glaubt z. B., daß bloß durch Verminderung der Kohlensäure in der Atmosphäre aus eidechsenartigen Reptilien die Vögel entstanden seien, indem durch den größeren Sauerstoffgehalt der Athmungsprozeß lebhafter und energischer wurde. Dadurch entstand eine höhere Bluttemperatur, eine gesteigerte Nerven- und Muskelthätigkeit, aus den Schuppen der Reptilien wurden die Federn der Vögel u. s. w. Auch dieser Vorstellung liegt ein richtiger Gedanke zu Grunde. Aber wenn auch gewiß die Veränderung der Atmosphäre, wie die Veränderung jeder andern äußern Existenzbedingung, auf den Organismus direkt oder indirekt umgestaltend einwirkt, so ist dennoch diese einzelne Ursache an sich viel zu unbedeutend, um ihr solche Wirkungen zuzuschreiben. Sie ist selbst unbedeutender, als die von Lamarck zu einseitig betonte Uebung und Gewohnheit. Das Hauptverdienst von Geoffroy besteht darin, dem mächtigen Einflusse von Cuvier gegenüber die einheitliche Naturanschauung, die Einheit der organischen Formbildung und den tiefen genealogischen Zusammenhang der verschiedenen organischen Gestalten geltend gemacht zu haben. Die berühmten Streitigkeiten zwischen den beiden großen Gegnern in der Pariser Akademie, insbesondere die heftigen Konflikte am 22. Februar und am 19. Juli 1830, an denen Goethe den lebendigsten Antheil nahm, habe ich bereits in dem vorhergehenden Vortrage erwähnt (S. 77, 78). Damals blieb Cuvier der anerkannte Sieger, und seit jener Zeit ist in Frankreich sehr Wenig mehr für die weitere Entwickelung der Abstammungslehre, für den Ausbau einer monistischen Entwickelungstheorie, geschehen. Offenbar ist dies vorzugsweise dem hinderlichen Einflusse zuzuschreiben, welchen Cuvier's große Autorität ausübte. Noch heute sind die meisten französischen Naturforscher Schüler und blinde Anhänger Cuvier's. In keinem wissenschaftlich gebildeten Lande Europa's hat Darwin's Lehre so

wenig gewirkt und ist so wenig verstanden worden, wie in Frankreich. Die Akademie der Wissenschaften in Paris hat sogar den Vorschlag, Darwin zu ihrem Mitgliede zu ernennen, ausdrücklich verworfen, und damit sich selbst dieser höchsten Ehre für unwürdig erklärt. Unter den neueren französischen Naturforschern sind nur noch zwei angesehene Botaniker hervorzuheben, Naudin (1852) und Lecoq (1854), welche sich schon vor Darwin zu Gunsten der Veränderlichkeit und Umbildung der Arten auszusprechen wagten.

Nachdem wir nun die älteren Verdienste der deutschen und französischen Naturphilosophie um die Begründung der Abstammungslehre erörtert haben, wenden wir uns zu dem dritten großen Kulturlande Europa's, zu dem freien England, welches seit dem Jahre 1859 der eigentliche Ausgangsheerd für die weitere Ausbildung und die definitive Feststellung der Entwickelungstheorie geworden ist. Im Anfange unseres Jahrhunderts haben die Engländer, welche jetzt so lebendig an jedem großen wissenschaftlichen Fortschritt der Menschheit Theil nehmen, und die ewigen Wahrheiten der Naturwissenschaft in erster Linie fördern, an der festländischen Naturphilosophie und an deren bedeutendstem Fortschritte, der Descendenztheorie, nur wenig Antheil genommen. Fast der einzige ältere englische Naturforscher, den wir hier zu nennen haben, ist Erasmus Darwin, der Großvater des Reformators der Descendenztheorie. Er veröffentlichte im Jahre 1794 unter dem Titel „Zoonomia" ein naturphilosophisches Werk, in welchem er ganz ähnliche Ansichten, wie Goethe und Lamarck, ausspricht, ohne jedoch von diesen Männern damals irgend Etwas gewußt zu haben. Die Descendenztheorie lag offenbar schon damals in der Luft. Auch Erasmus Darwin legt großes Gewicht auf die Umgestaltung der Thier- und Pflanzenarten durch ihre eigene Lebensthätigkeit, durch die Angewöhnung an veränderte Existenzbedingungen u. s. w. Sodann spricht sich im Jahre 1822 W. Herbert dahin aus, daß die Arten oder Species der Thiere und Pflanzen Nichts weiter seien, als beständig gewordene Varietäten oder Spielarten. Ebenso erklärte 1826 Grant in Edinburg, daß neue Arten durch fortdauernde

Umbildung aus bestehenden Arten hervorgehen. 1841 behauptete Freke, daß alle organischen Wesen von einer einzigen Urform abstammen müßten. Ausführlicher und in sehr klarer philosophischer Form bewies 1852 Herbert Spencer die Nothwendigkeit der Abstammungslehre und begründete dieselbe näher in seinen 1858 erschienenen vortrefflichen „Essays“ und in den später veröffentlichten „Principles of Biology“[45]). Derselbe hat zugleich das große Verdienst, die Entwickelungstheorie auf die Psychologie angewandt und gezeigt zu haben, daß auch die Seelenthätigkeiten und die Geisteskräfte nur stufenweise erworben und allmählich entwickelt werden konnten. Endlich ist noch hervorzuheben, daß 1859 der Erste unter den englischen Zoologen, Huxley, die Descendenztheorie als die einzige Schöpfungshypothese bezeichnete, welche mit der wissenschaftlichen Physiologie vereinbar sei. In demselben Jahre erschien die „Einleitung in die Tasmanische Flora“, worin der berühmte englische Botaniker Hooker die Descendenztheorie annimmt und durch wichtige eigene Beobachtungen unterstützt.

Sämmtliche Naturforscher und Philosophen, welche Sie in dieser kurzen historischen Uebersicht als Anhänger der Entwickelungstheorie kennen gelernt haben, gelangten im besten Falle zu der Anschauung, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenarten, die zu irgend einer Zeit auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, die allmählich veränderten und umgebildeten Nachkommen von einer einzigen, oder von einigen wenigen, ursprünglichen, höchst einfachen Stammformen sind, welche letztere einst durch Urzeugung (Generatio spontanea) aus anorganischer Materie entstanden. Aber keiner von jenen Naturphilosophen gelangte dazu, diesen Grundgedanken der Abstammungslehre ursächlich zu begründen, und die Umbildung der organischen Species durch den wahren Nachweis ihrer mechanischen Ursachen wirklich zu erklären. Diese schwierigste Aufgabe vermochte erst Charles Darwin zu lösen, und hierin liegt die weite Kluft, welche denselben von seinen Vorgängern trennt.

Das außerordentliche Verdienst Charles Darwin's ist nach

meiner Ansicht ein doppeltes: er hat erstens die Abstammungslehre, deren Grundgedanken schon Goethe und Lamarck klar aussprachen, viel umfassender entwickelt, viel eingehender nach allen Seiten verfolgt, und viel strenger im Zusammenhang durchgeführt, als alle seine Vorgänger; und er hat zweitens eine neue Theorie aufgestellt, welche uns die natürlichen Ursachen der organischen Entwickelung, die wirkenden Ursachen (Causae efficientes) der organischen Formbildung, der Veränderungen und Umformungen der Thier- und Pflanzenarten enthüllt. Diese Theorie ist es, welche wir die Züchtungslehre oder Selectionstheorie, oder genauer die Theorie von der natürlichen Züchtung (Selectio naturalis) nennen.

Wenn Sie bedenken, daß (abgesehen von den wenigen vorher angeführten Ausnahmen) die gesammte Biologie vor Darwin den entgegengesetzten Anschauungen huldigte, und daß fast bei allen Zoologen und Botanikern die absolute Selbstständigkeit der organischen Species als selbstverständliche Voraussetzung aller Formbetrachtungen galt, so werden sie jenes doppelte Verdienst Darwin's gewiß nicht gering anschlagen. Das falsche Dogma von der Beständigkeit und unabhängigen Erschaffung der einzelnen Arten hatte eine so hohe Autorität und eine so allgemeine Geltung gewonnen, und wurde außerdem durch den trügenden Augenschein bei oberflächlicher Betrachtung so sehr begünstigt, daß wahrlich kein geringer Grad von Muth, Kraft und Verstand dazu gehörte, sich reformatorisch gegen jenes allmächtige Dogma zu erheben und das künstlich darauf errichtete Lehrgebäude zu zertrümmern. Außerdem brachte aber Darwin noch den neuen und höchst wichtigen Grundgedanken der „natürlichen Züchtung" zu Lamarck's und Goethe's Abstammungslehre hinzu.

Man muß diese beiden Punkte scharf unterscheiden, — freilich geschieht es gewöhnlich nicht, — man muß scharf unterscheiden erstens die Abstammungslehre oder Descendenztheorie von Lamarck, welche bloß behauptet, daß alle Thier- und Pflanzenarten von gemeinsamen, einfachsten, spontan entstandenen Urformen abstammen — und zweitens die Züchtungslehre oder Selectionstheorie von

Darwin, welche uns zeigt, warum dieſe fortſchreitende Umbildung der organiſchen Geſtalten ſtattfand, welche mechaniſch wirkenden Urſachen die ununterbrochene Neubildung und immer größere Mannichfaltigkeit der Thiere und Pflanzen bedingen.

Eine gerechte Würdigung kann Darwin's unſterbliches Verdienſt erſt ſpäter erwarten, wenn die Entwickelungstheorie, nach Ueberwindung aller entgegengeſetzten Schöpfungstheorien, als das oberſte Erklärungsprinzip der Anthropologie, und dadurch aller anderen Wiſſenſchaften, anerkannt ſein wird. Gegenwärtig, wo in dem heiß entbrannten Kampfe um die Wahrheit Darwin's Name den Anhängern der natürlichen Entwickelungstheorie als Parole dient, wird ſein Verdienſt in entgegengeſetzter Richtung verkannt, indem die einen es ebenſo überſchätzen, als es die anderen herabſetzen.

Ueberſchätzt wird Darwin's Verdienſt, wenn man ihn als den Begründer der Deſcendenztheorie oder gar der geſammten Entwickelungstheorie bezeichnet. Wie Sie aus der hiſtoriſchen Darſtellung dieſes und der vorhergehenden Vorträge bereits entnommen haben, iſt die Entwickelungstheorie als ſolche nicht neu; alle Naturphiloſophen, welche ſich nicht dem blinden Dogma einer übernatürlichen Schöpfung gebunden überliefern wollten, mußten eine natürliche Entwickelung annehmen. Aber auch die Deſcendenztheorie, als der umfaſſende biologiſche Theil der univerſalen Entwickelungstheorie, wurde von Lamarck bereits ſo klar ausgeſprochen, und bis zu den wichtigſten Konſequenzen ausgeführt, daß wir ihn als den eigentlichen Begründer derſelben verehren müſſen. Daher darf nicht die Deſcendenztheorie als Darwinismus bezeichnet werden, ſondern nur die Selectionstheorie. Dieſe letztere iſt aber an ſich von ſolcher Bedeutung, daß man ihren Werth kaum hoch genug anſchlagen kann.

Unterſchätzt wird Darwin's Verdienſt natürlich von allen ſeinen Gegnern. Doch kann man von wiſſenſchaftlichen Gegnern deſſelben, die durch gründliche biologiſche Bildung zur Abgabe eines Urtheils legitimirt wären, eigentlich nicht mehr reden. Denn unter allen gegen Darwin und die Deſcendenztheorie veröffentlichten Schrif-

ten kann mit Ausnahme derjenigen von Agaſſiz keine einzige Anſpruch überhaupt auf Berückſichtigung, geſchweige denn Widerlegung erheben; ſo offenbar ſind ſie alle entweder ohne gründliche Kenntniß der biologiſchen Thatſachen, oder ohne klares philoſophiſches Verſtändniß derſelben geſchrieben. Um die Angriffe von Theologen und anderen Laien aber, die überhaupt Nichts von der Natur wiſſen, brauchen wir uns nicht weiter zu kümmern.

Der einzige hervorragende wiſſenſchaftliche Gegner, der bis vor Kurzem noch Darwin und der ganzen Entwickelungstheorie gegenüberſtand, deſſen prinzipielle Oppoſition aber freilich auch nur als philoſophiſche Kurioſität Beachtung verdiente, war Louis Agaſſiz. In der 1869 in Paris erſchienenen franzöſiſchen Ueberſetzung ſeines vorher von uns betrachteten „Essay on classification“ [5]), hat Agaſſiz ſeinen ſchon früher vielfach geäußerten Gegenſatz gegen den „Darwinismus“ in die entſchiedenſte Form gebracht. Er hat dieſer Ueberſetzung einen beſonderen, 16 Seiten langen Abſchnitt angehängt, welcher den Titel führt: „Le Darwinisme. Classification de Haeckel.“ In dieſem ſonderbaren Kapitel ſtehen die wunderlichſten Dinge zu leſen, wie z. B. „die Darwin'ſche Idee iſt eine Conception a priori. — Der Darwinismus iſt eine Traveſtie der Thatſachen. — Die Wiſſenſchaft würde auf die Rechte verzichten, die ſie bisher auf das Vertrauen der ernſten Geiſter beſeſſen hat, wenn dergleichen Skizzen als die Anzeichen eines wahren Fortſchrittes aufgenommen würden!“ — Die Krone ſetzt aber der ſeltſamen Polemik folgender Satz auf: „Der Darwinismus ſchließt faſt die ganze Maſſe der erworbenen Kenntniſſe aus, um nur das zurückzubehalten und ſich zu aſſimiliren, was ſeiner Doctrin dienen kann!“

Das heißt denn doch die ganze Sachlage vollſtändig auf den Kopf ſtellen! Der Biologe, der die Thatſachen kennt, muß über den Muth erſtaunen, mit dem Agaſſiz ſolche Sätze ausſpricht, Sätze, an denen kein wahrer Buchſtabe iſt, und die er ſelbſt nicht glauben kann! Die unerſchütterliche Stärke der Deſcendenztheorie liegt gerade darin, daß ſämmtliche biologiſche Thatſachen eben nur durch

ſie erklärbar ſind, ohne ſie dagegen unverſtändliche Wunder bleiben. Alle unſere „erworbenen Kenntniſſe" in der vergleichenden Anatomie und Phyſiologie, in der Embryologie und Paläontologie, in der Lehre von der geographiſchen und topographiſchen Verbreitung der Organismen u. ſ. w., ſie alle ſind unwiderlegliche Zeugniſſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie.

Mit Louis Agaſſiz iſt im December 1873 der letzte Gegner des Darwinismus in's Grab geſtiegen, der überhaupt wiſſenſchaftliche Beachtung verdiente. Seine letzte Schrift (erſt nach ſeinem Tode in dem „Atlantic Monthly" vom Januar 1874 erſchienen) behandelt die „Entwickelung und Permanenz des Typus" und iſt ſpeciell gegen Darwin's Ideen und gegen meine phylogenetiſchen Theorien gerichtet. Die außerordentliche Schwäche dieſes letzten Verſuches, der den Kern der Sache gar nicht berührt, beweiſt deutlicher, als alles Andere, daß das Arſenal unſerer Gegner völlig erſchöpft iſt.

Ich habe in meiner generellen Morphologie[4]) und beſonders im ſechſten Buche derſelben (in der generellen Phylogenie) den „Essay on classification" von Agaſſiz in allen weſentlichen Punkten eingehend widerlegt. In meinem 24ſten Kapitel habe ich demjenigen Abſchnitte, den er ſelbſt für den wichtigſten hält (über die Gruppenſtufen oder Kategorien des Syſtems) eine ſehr ausführliche und ſtreng wiſſenſchaftliche Erörterung gewidmet, und gezeigt, daß dieſer ganze Abſchnitt ein reines Luftſchloß, ohne jede Spur von realer Begründung iſt. Agaſſiz hat ſich aber wohl gehütet, auf dieſe Widerlegung irgendwie einzugehen, wie er ja auch nicht im Stande iſt, irgend etwas Stichhaltiges dagegen vorzubringen. Er kämpft nicht mit Beweisgründen, ſondern mit Phraſen! Eine derartige Gegnerſchaft wird aber den vollſtändigen Sieg der Entwickelungstheorie nicht aufhalten, ſondern nur beſchleunigen!

# Sechster Vortrag.

## Entwickelungstheorie von Lyell und Darwin.

---

Charles Lyell's Grundsätze der Geologie. Seine natürliche Entwickelungsgeschichte der Erde. Entstehung der größten Wirkungen durch Summirung der kleinsten Ursachen. Unbegrenzte Länge der geologischen Zeiträume. Lyell's Widerlegung der Cuvier'schen Schöpfungsgeschichte. Begründung des ununterbrochenen Zusammenhangs der geschichtlichen Entwickelung durch Lyell und Darwin. Biographische Notizen über Charles Darwin. Seine wissenschaftlichen Werke. Seine Korallenrifftheorie. Entwickelung der Selectionstheorie. Ein Brief von Darwin. Gleichzeitige Veröffentlichung der Selectionstheorie von Charles Darwin und Alfred Wallace. Darwin's Studium der Hausthiere und Kulturpflanzen. Andreas Wagner's Ansicht von der besonderen Schöpfung der Kulturorganismen für den Menschen. Der Baum des Erkenntnisses im Paradies. Vergleichung der wilden und der Kulturorganismen. Darwin's Studium der Haustauben. Bedeutung der Taubenzucht. Gemeinsame Abstammung aller Taubenrassen.

Meine Herren! In den letzten drei Jahrzehnten, welche vor dem Erscheinen von Darwin's Werk verflossen, vom Jahre 1830 bis 1859, blieben in den organischen Naturwissenschaften die Schöpfungsvorstellungen durchaus herrschend, welche von Cuvier eingeführt waren. Man bequemte sich zu der unwissenschaftlichen Annahme, daß im Verlaufe der Erdgeschichte eine Reihe von unerklärlichen Erdrevolutionen periodisch die ganze Thier- und Pflanzenwelt vernichtet habe, und daß am Ende jeder Revolution, beim Beginn einer neuen Periode, eine neue, vermehrte und verbesserte Auflage der organischen Bevölkerung erschienen sei. Trotzdem die Anzahl dieser Schöpfungsauflagen

durchaus ſtreitig und in Wahrheit gar nicht feſtzuſtellen war, trotzdem die zahlreichen Fortſchritte, welche in allen Gebieten der Zoologie und Botanik während dieſer Zeit gemacht wurden, auf die Unhaltbarkeit jener bodenloſen Hypotheſe Cuvier's und auf die Wahrheit der natürlichen Entwickelungstheorie Lamarck's immer dringender hinwieſen, blieb dennoch die erſtere faſt allgemein bei den Biologen in Geltung. Dies iſt vor Allem der hohen Autorität zuzuſchreiben, welche ſich Cuvier erworben hatte, und es zeigt ſich hier wieder ſchlagend, wie ſchädlich der Glaube an eine beſtimmte Autorität dem Entwickelungsleben der Menſchen wird — die Autorität, von der Goethe einmal treffend ſagt: daß ſie im Einzelnen verewigt, was einzeln vorübergehen ſollte, daß ſie ablehnt und an ſich vorübergehen läßt, was feſtgehalten werden ſollte, und daß ſie hauptſächlich Schuld iſt, wenn die Menſchheit nicht vom Flecke kommt.

Nur durch das große Gewicht von Cuvier's Autorität, und durch die gewaltige Macht der menſchlichen Trägheit, welche ſich ſchwer entſchließt, von dem breitgetretenen Wege der alltäglichen Vorſtellungen abzugehen, und neue, noch nicht bequem gebahnte Pfade zu betreten, läßt es ſich begreifen, daß Lamarck's Deſcendenztheorie erſt 1859 zur Geltung gelangte, nachdem Darwin ihr ein neues Fundament gegeben hatte. Der empfängliche Boden für dieſelbe war längſt vorbereitet, ganz beſonders durch das Verdienſt eines anderen engliſchen Naturforſchers, Charles Lyell, auf deſſen hohe Bedeutung für die „natürliche Schöpfungsgeſchichte" wir hier nothwendig einen Blick werfen müſſen.

Unter dem Titel: Grundſätze der Geologie (Principles of geology)[11]) veröffentlichte Charles Lyell 1830 ein Werk, welches die Geologie, die Entwickelungsgeſchichte der Erde, von Grund aus umgeſtaltete, und dieſelbe in ähnlicher Weiſe reformirte, wie 30 Jahre ſpäter Darwin's Werk die Biologie. Lyell's epochemachendes Buch, welches Cuvier's Schöpfungshypotheſe an der Wurzel zerſtörte, erſchien in demſelben Jahre, in welchem Cuvier ſeine großen Triumphe über die Naturphiloſophie feierte, und ſeine Oberherrſchaft

über das morphologische Gebiet auf drei Jahrzehnte hinaus befestigte. Während Cuvier durch seine künstliche Schöpfungshypothese und die damit verbundene Katastrophen-Theorie einer natürlichen Entwickelungstheorie geradezu den Weg verlegte und den Faden der natürlichen Erklärung abschnitt, brach Lyell derselben wieder freie Bahn, und führte einleuchtend den geologischen Beweis, daß jene dualistischen Vorstellungen Cuvier's ebensowohl ganz unbegründet, als auch ganz überflüssig seien. Er wies nach, daß diejenigen Veränderungen der Erdoberfläche, welche noch jetzt unter unsern Augen vor sich gehen, vollkommen hinreichend seien, Alles zu erklären, was wir von der Entwickelung der Erdrinde überhaupt wissen, und daß es vollständig überflüssig und unnütz sei, in räthselhaften Revolutionen die unerklärlichen Ursachen dafür zu suchen. Er zeigte, daß man weiter Nichts zu Hülfe zu nehmen brauche, als außerordentlich lange Zeiträume, um die Entstehung des Baues der Erdrinde auf die einfachste und natürlichste Weise aus denselben Ursachen zu erklären, welche noch heutzutage wirksam sind. Viele Geologen hatten sich früher gedacht, daß die höchsten Gebirgsketten, welche auf der Erdoberfläche hervortreten, ihren Ursprung nur ungeheuren, einen großen Theil der Erdoberfläche umgestaltenden Revolutionen, insbesondere colossalen vulkanischen Ausbrüchen verdanken könnten. Solche Bergketten z. B. wie die Alpen, oder wie die Cordilleren, sollten auf einmal aus dem feuerflüssigen Erdinnern durch einen ungeheuren Spalt der weit geborstenen Erdrinde emporgestiegen sein. Lyell zeigte dagegen, daß wir uns die Entwickelung solcher ungeheuren Gebirgsketten ganz natürlich aus denselben langsamen, unmerklichen Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche erklären können, die noch jetzt fortwährend vor sich gehen, und deren Ursachen keineswegs wunderbar sind. Wenn diese Senkungen und Hebungen auch vielleicht im Jahrhundert nur ein paar Zoll oder höchstens einige Fuß betragen, so können sie doch bei einer Dauer von einigen Jahr-Millionen vollständig genügen, um die höchsten Gebirgsketten hervortreten zu lassen, ohne daß dazu jene räthselhaften und unbegreiflichen Revolutionen nöthig wären.

Auch die meteorologiſche Thätigkeit der Atmoſphäre, die Wirkſamkeit des Regens und des Schnees, ferner die Brandung der Küſte, welche an und für ſich nur unbedeutend zu wirken ſcheinen, müſſen die größten Veränderungen hervorbringen, wenn man nur hinlänglich große Zeiträume für deren Wirkſamkeit in Anſpruch nimmt. Die Summirung der kleinſten Urſachen bringt die größten Wirkungen hervor. Der Waſſertropfen höhlt den Stein aus.

Auf die unermeßliche Länge der geologiſchen Zeiträume, welche hierzu erforderlich ſind, müſſen wir nothwendig ſpäter noch einmal zurückkommen, da, wie Sie ſehen werden, auch für Darwin's Theorie, ebenſo wie für diejenige Lyell's, die Annahme ganz ungeheurer Zeitmaaße abſolut unentbehrlich iſt. Wenn die Erde und ihre Organismen ſich wirklich auf natürlichem Wege entwickelt haben, ſo muß dieſe langſame und allmähliche Entwickelung jedenfalls eine Zeitdauer in Anſpruch genommen haben, deren Vorſtellung unſer Faſſungsvermögen gänzlich überſteigt. Da Viele aber gerade hierin eine Hauptſchwierigkeit jener Entwickelungstheorien erblicken, ſo will ich jetzt ſchon vorausgreifend bemerken, daß wir nicht einen einzigen vernünftigen Grund haben, irgend wie uns die hierzu erforderliche Zeit beſchränkt zu denken. Wenn nicht allein viele Laien, ſondern ſelbſt hervorragende Naturforſcher, als Haupteinwand gegen dieſe Theorien einwerfen, daß dieſelben willkürlich zu lange Zeiträume in Anſpruch nähmen, ſo iſt dieſer Einwand kaum zu begreifen. Denn es iſt abſolut nicht einzuſehen, was uns in der Annahme derſelben irgendwie beſchränken ſollte. Wir wiſſen längſt allein ſchon aus dem Bau der geſchichteten Erdrinde, daß die Entſtehung derſelben, der Abſatz der neptuniſchen Geſteine aus dem Waſſer, allermindeſtens mehrere Millionen Jahre gedauert haben muß. Ob wir aber hypothetiſch für dieſen Prozeß zehn Millionen oder zehntauſend Billionen Jahre annehmen, iſt vom Standpunkte der ſtrengſten Naturphiloſophie gänzlich gleichgültig. Vor uns und hinter uns liegt die Ewigkeit. Wenn ſich bei vielen gegen die Annahme von ſo ungeheuren Zeiträumen das Gefühl ſträubt, ſo iſt das die Folge der

falschen Vorstellungen, welche uns von frühester Jugend an über die angeblich kurze, nur wenige Jahrtausende umfassende Geschichte der Erde eingeprägt werden. Wie Albert Lange in seiner Geschichte des Materialismus [12]) schlagend beweist, ist es vom streng kritisch-philosophischen Standpunkte aus jeder naturwissenschaftlichen Hypothese viel eher erlaubt, die Zeiträume zu groß, als zu klein anzunehmen. Jeder Entwickelungsvorgang läßt sich um so eher begreifen, je längere Zeit er dauert. Ein kurzer und beschränkter Zeitraum für denselben ist von vornherein das Unwahrscheinlichste.

Wir haben hier nicht Zeit, auf Lyell's vorzügliches Werk näher einzugehen, und wollen daher bloß das wichtigste Resultat desselben hervorheben, daß es nämlich Cuvier's Schöpfungsgeschichte mit ihren mythischen Revolutionen gründlich widerlegte, und an deren Stelle einfach die beständige langsame Umbildung der Erdrinde durch die fortdauernde Thätigkeit der noch jetzt auf die Erdoberfläche wirkenden Kräfte setzte, die Thätigkeit des Wassers und des vulkanischen Erdinnern. Lyell wies also einen continuirlichen, ununterbrochenen Zusammenhang der ganzen Erdgeschichte nach, und er bewies denselben so unwiderleglich, er begründete so einleuchtend die Herrschaft der „existing causes", der noch heute wirksamen, dauernden Ursachen in der Umbildung der Erdrinde, daß in kurzer Zeit die Geologie Cuvier's Hypothese vollkommen aufgab.

Nun ist es aber merkwürdig, daß die Paläontologie, die Wissenschaft von den Versteinerungen, soweit sie von den Botanikern und Zoologen betrieben wurde, von diesem großen Fortschritt der Geologie scheinbar unberührt blieb. Die Biologie nahm fortwährend noch jene wiederholte neue Schöpfung der gesammten Thier- und Pflanzenbevölkerung im Beginne jeder neuen Periode der Erdgeschichte an, obwohl diese Hypothese von den einzelnen, schubweise in die Welt gesetzten Schöpfungen ohne die Annahme der Revolutionen reiner Unsinn wurde und gar keinen Halt mehr hatte. Offenbar ist es vollkommen ungereimt, eine besondere neue Schöpfung der ganzen Thier- und Pflanzenwelt zu bestimmten Zeitabschnitten anzunehmen, ohne

daß die Erdrinde selbst dabei irgend eine beträchtliche allgemeine Umwälzung erfährt. Trotzdem also jene Vorstellung auf das Engste mit der Katastrophentheorie Cuvier's zusammenhängt, blieb sie dennoch herrschend, nachdem die letztere bereits zerstört war.

Es war nun dem großen englischen Naturforscher Charles Darwin vorbehalten, diesen Zwiespalt völlig zu beseitigen und zu zeigen, daß auch die Lebewelt der Erde eine ebenso continuirlich zusammenhängende Geschichte hat, wie die unorganische Rinde der Erde; daß auch die Thiere und Pflanzen ebenso allmählich durch Umwandlung (Transmutation) auseinander hervorgegangen sind, wie die wechselnden Formen der Erdrinde, der Kontinente und der sie umschließenden und trennenden Meere aus früheren, ganz davon verschiedenen Formen hervorgegangen sind. Wir können in dieser Beziehung wohl sagen, daß Darwin auf dem Gebiete der Zoologie und Botanik den gleichen Fortschritt herbeiführte, wie Lyell, sein großer Landsmann, auf dem Gebiete der Geologie. Durch Beide wurde der ununterbrochene Zusammenhang der geschichtlichen Entwickelung bewiesen, und eine allmähliche Umänderung der verschiedenen auf einander folgenden Zustände dargethan.

Das besondere Verdienst Darwin's ist nun, wie bereits in dem vorigen Vortrage bemerkt wurde, ein doppeltes. Er hat erstens die von Lamarck und Goethe aufgestellte Descendenztheorie in viel umfassenderer Weise als Ganzes behandelt und im Zusammenhang durchgeführt, als es von allen seinen Vorgängern geschehen war. Zweitens aber hat er dieser Abstammungslehre durch seine, ihm eigenthümliche Züchtungslehre (die Selectionstheorie) das causale Fundament gegeben, d. h. er hat die wirkenden Ursachen der Veränderungen nachgewiesen, welche von der Abstammungslehre nur als Thatsachen behauptet werden. Die von Lamarck 1809 in die Biologie eingeführte Descendenztheorie behauptet, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenarten von einer einzigen oder einigen wenigen, höchst einfachen, spontan entstandenen Urformen abstammen. Die von Darwin 1859 begründete Selectionstheorie zeigt uns, wa-

rum dies der Fall sein mußte, sie weist uns die wirkenden Ursachen so nach, wie es nur Kant wünschen konnte, und Darwin ist in der That auf dem Gebiete der organischen Naturwissenschaft der Newton geworden, dessen Kommen Kant prophetisch verneinen zu können glaubte.

Ehe Sie nun an Darwin's Theorie herantreten, wird es Ihnen vielleicht von Interesse sein, Einiges über die Persönlichkeit dieses großen Naturforschers zu hören, über sein Leben und die Wege, auf denen er zur Aufstellung seiner Lehre gelangte. Charles Robert Darwin ist am 12. Februar 1809 zu Shrewsbury am Severn-Fluß geboren, also gegenwärtig fünfundsechzig Jahre alt. Im siebzehnten Jahre (1825) bezog er die Universität Edinburgh, und zwei Jahre später Christ's College zu Cambridge. Kaum 22 Jahre alt, wurde er 1831 zur Theilnahme an einer wissenschaftlichen Expedition berufen, welche von den Engländern ausgeschickt wurde, vorzüglich um die Südspitze Südamerika's genauer zu erforschen und verschiedene Punkte der Südsee zu untersuchen. Diese Expedition hatte, gleich vielen anderen, rühmlichen, von England ausgerüsteten Forschungsreisen, sowohl wissenschaftliche, als auch praktische, auf die Schifffahrt bezügliche Aufgaben zu erfüllen. Das Schiff, von Kapitän Fitzroy kommandirt, führte in treffend symbolischer Weise den Namen „Beagle" oder Spürhund. Die Reise des Beagle, welche fünf Jahre dauerte, wurde für Darwin's ganze Entwickelung von der größten Bedeutung, und schon im ersten Jahre, als er zum erstenmal den Boden Südamerika's betrat, keimte in ihm der Gedanke der Abstammungslehre auf, den er dann späterhin zu so vollendeter Blüthe entwickelte. Die Reise selbst hat Darwin in einem von Dieffenbach in das Deutsche übersetzten Werke beschrieben, welches sehr anziehend geschrieben ist, und dessen Lektüre ich Ihnen angelegentlich empfehle [18]). In dieser Reisebeschreibung, welche sich weit über den gewöhnlichen Durchschnitt erhebt, tritt Ihnen nicht allein die liebenswürdige Persönlichkeit Darwin's in sehr anziehender Weise entgegen, sondern Sie können auch vielfach die Spuren

der Wege erkennen, auf denen er zu seinen Vorstellungen gelangte. Als Resultat dieser Reise erschien zunächst ein großes wissenschaftliches Reisewerk, an dessen zoologischem und geologischem Theil sich Darwin bedeutend betheiligte, und ferner eine ausgezeichnete Arbeit desselben über die Bildung der Korallenriffe, welche allein genügt haben würde, Darwin's Namen mit bleibendem Ruhme zu krönen. Es wird Ihnen bekannt sein, daß die Inseln der Südsee größtentheils aus Korallenriffen bestehen oder von solchen umgeben sind. Die verschiedenen merkwürdigen Formen derselben und ihr Verhältniß zu den nicht aus Korallen gebildeten Inseln vermochte man sich früher nicht befriedigend zu erklären. Erst Darwin war es vorbehalten, diese schwierige Aufgabe zu lösen, indem er außer der aufbauenden Thätigkeit der Korallenthiere auch geologische Hebungen und Senkungen des Meeresbodens für die Entstehung der verschiedenen Riffgestalten in Anspruch nahm. Darwin's Theorie von der Entstehung der Korallenriffe ist, ebenso wie seine spätere Theorie von der Entstehung der organischen Arten, eine Theorie, welche die Erscheinungen vollkommen erklärt, und dafür nur die einfachsten natürlichen Ursachen in Anspruch nimmt, ohne sich hypothetisch auf irgend welche unbekannten Vorgänge zu beziehen. Unter den übrigen Arbeiten Darwin's ist noch seine ausgezeichnete Monographie der Cirrhipedien hervorzuheben, einer merkwürdigen Klasse von Seethieren, welche im äußeren Ansehen den Muscheln gleichen und von Cuvier in der That für zweischalige Mollusken gehalten wurden, während dieselben in Wahrheit zu den Krebsthieren (Crustaceen) gehören.

Die außerordentlichen Strapatzen, denen Darwin während der fünfjährigen Reise des Beagle ausgesetzt war, hatten seine Gesundheit dergestalt zerrüttet, daß er sich nach seiner Rückkehr aus dem unruhigen Treiben Londons zurückziehen mußte, und seitdem in stiller Zurückgezogenheit auf seinem Gute Down, in der Nähe von Bromley in Kent (mit der Eisenbahn kaum eine Stunde von London entfernt), wohnte. Diese Abgeschiedenheit von dem unruhigen Getreibe

der großen Weltstadt wurde jedenfalls äußerst segensreich für Darwin, und es ist wahrscheinlich, daß wir ihr theilweise mit die Entstehung der Selectionstheorie verdanken. Unbehelligt durch die verschiedenen Geschäfte, welche in London seine Kräfte zersplittert haben würden, konnte er seine ganze Thätigkeit auf das Studium des großen Problems concentriren, auf welches er durch jene Reise hingelenkt worden war. Um Ihnen zu zeigen, welche Wahrnehmungen während seiner Weltumsegelung vorzüglich den Grundgedanken der Selectionstheorie in ihm anregten, und in welcher Weise er denselben dann weiter entwickelte, erlauben Sie mir, Ihnen eine Stelle aus einem Briefe mitzutheilen, welchen Darwin am 8. October 1864 an mich richtete:

„In Südamerika traten mir besonders drei Klassen von Erscheinungen sehr lebhaft vor die Seele: Erstens die Art und Weise, in welcher nahe verwandte Species einander vertreten und ersetzen, wenn man von Norden nach Süden geht; — Zweitens die nahe Verwandtschaft derjenigen Species, welche die Südamerika nahe gelegenen Inseln bewohnen, und derjenigen Species, welche diesem Festland eigenthümlich sind; dies setzte mich in tiefes Erstaunen, besonders die Verschiedenheit derjenigen Species, welche die nahe gelegenen Inseln des Galopagosarchipels bewohnen; — Drittens die nahe Beziehung der lebenden zahnlosen Säugethiere (Edentata) und Nagethiere (Rodentia) zu den ausgestorbenen Arten. Ich werde niemals mein Erstaunen vergessen, als ich ein riesengroßes Panzerstück ausgrub, ähnlich demjenigen eines lebenden Gürtelthiers.

„Als ich über diese Thatsachen nachdachte und einige ähnliche Erscheinungen damit verglich, schien es mir wahrscheinlich, daß nahe verwandte Species von einer gemeinsamen Stammform abstammen könnten. Aber einige Jahre lang konnte ich nicht begreifen, wie eine jede Form so ausgezeichnet ihren besonderen Lebensverhältnissen angepaßt werden konnte. Ich begann darauf systematisch die Hausthiere und die Gartenpflanzen zu studiren, und sah nach einiger Zeit deutlich ein, daß die wichtigste umbildende Kraft in des Menschen Zucht-

wahlvermögen liege, in seiner Benutzung auserlesener Individuen zur Nachzucht. Dadurch daß ich vielfach die Lebensweise und Sitten der Thiere studirt hatte, war ich darauf vorbereitet, den Kampf um's Dasein richtig zu würdigen; und meine geologischen Arbeiten gaben mir eine Vorstellung von der ungeheuren Länge der verflossenen Zeiträume. Als ich dann durch einen glücklichen Zufall das Buch von Malthus „über die Bevölkerung" las, tauchte der Gedanke der natürlichen Züchtung in mir auf. Unter allen den untergeordneten Punkten war der letzte, den ich schätzen lernte, die Bedeutung und Ursache des Divergenzprinzips."

Während der Muße und Zurückgezogenheit, in der Darwin nach der Rückkehr von seiner Reise lebte, beschäftigte er sich, wie aus dieser Mittheilung hervorgeht, zunächst vorzugsweise mit dem Studium der Organismen im Kulturzustande, der Hausthiere und Gartenpflanzen. Unzweifelhaft war dies der nächste und richtigste Weg, um zur Selectionstheorie zu gelangen. Wie in allen seinen Arbeiten, verfuhr Darwin dabei äußerst sorgfältig und genau. Er hat mit bewunderungswürdiger Vorsicht und Selbstverleugnung vom Jahre 1837—1858, also 21 Jahre lang, über diese Sache Nichts veröffentlicht, selbst nicht eine vorläufige Skizze seiner Theorie, welche er schon 1844 niedergeschrieben hatte. Er wollte immer noch mehr sicher begründete empirische Beweise sammeln, um so die Theorie ganz vollständig, auf möglichst breiter Erfahrungsgrundlage festgestellt, veröffentlichen zu können. Zum Glück wurde er in diesem Streben nach möglichster Vervollkommnung, welches vielleicht dazu geführt haben würde, die Theorie überhaupt nicht zu veröffentlichen, durch einen Landsmann gestört, welcher unabhängig von Darwin die Selectionstheorie sich ausgedacht und aufgestellt hatte, und welcher 1858 die Grundzüge derselben an Darwin selbst einsendete, mit der Bitte, dieselben an Lyell zur Veröffentlichung in einem englischen Journale zu übergeben. Dieser Engländer ist Alfred Wallace[86]), einer der kühnsten und verdientesten naturwissenschaftlichen Reisenden der neueren Zeit. Viele Jahre war Wallace allein in den Wildnissen der

Sundainseln, in den dichten Urwäldern des indischen Archipels umhergestreift, und bei diesem unmittelbaren und umfassenden Studium eines der reichsten und interessantesten Erdstücke mit seiner höchst mannichfaltigen Thier- und Pflanzenwelt war er genau zu denselben allgemeinen Anschauungen über die Entstehung der organischen Arten, wie Darwin, gelangt. Lyell und Hooker, welche Beide Darwin's Arbeit seit langer Zeit kannten, veranlaßten ihn nun, einen kurzen Auszug aus seinen Manuscripten gleichzeitig mit dem eingesandten Manuscript von Wallace zu veröffentlichen, was auch im August 1858 im „Journal of the Linnean Society" geschah.

Im November 1859 erschien dann das epochemachende Werk Darwin's „Ueber die Entstehung der Arten", in welchem die Selectionstheorie ausführlich begründet ist. Jedoch bezeichnet Darwin selbst dieses Buch, von welchem 1872 die sechste Auflage und bereits 1860 eine deutsche Uebersetzung von Bronn erschien [1]), nur als einen vorläufigen Auszug aus einem größeren und ausführlicheren Werke, welches in umfassender empirischer Beweisführung eine Masse von Thatsachen zu Gunsten seiner Theorie enthalten soll. Der erste Theil dieses von Darwin in Aussicht gestellten Hauptwerkes ist 1868 unter dem Titel: „Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication" erschienen und von Victor Carus ins Deutsche übersetzt worden [14]). Er enthält eine reiche Fülle von den trefflichsten Belegen für die außerordentlichen Veränderungen der organischen Formen, welche der Mensch durch seine Kultur und künstliche Züchtung hervorbringen kann. So sehr wir auch Darwin für diesen Ueberfluß an beweisenden Thatsachen verbunden sind, so theilen wir doch keineswegs die Meinung jener Naturforscher, welche glauben, daß durch diese weiteren Ausführungen die Selectionstheorie eigentlich erst fest begründet werden müsse. Nach unserer Ansicht enthält bereits Darwin's erstes, 1859 erschienenes Werk, diese Begründung in völlig ausreichendem Maaße. Die unangreifbare Stärke seiner Theorie liegt nicht in der Unmasse von einzelnen Thatsachen, welche man als Beweis dafür anführen kann, sondern in dem har-

monischen Zusammenhang aller großen und allgemeinen Erscheinungsreihen der organischen Natur, welche übereinstimmend für die Wahrheit der Selectionstheorie Zeugniß ablegen.

Den bedeutendsten Folgeschluß der Descendenztheorie, die Abstammung des Menschengeschlechts von anderen Säugethieren, hat Darwin anfangs absichtlich verschwiegen. Erst nachdem dieser höchst wichtige Schluß von anderen Naturforschern entschieden als nothwendige Konsequenz der Abstammungslehre festgestellt war, hat Darwin denselben ausdrücklich anerkannt, und damit „die Krönung seines Gebäudes" vollzogen. Dies geschah in dem höchst interessanten, erst 1871 erschienenen Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl", welches ebenfalls von Victor Carus in das Deutsche übersetzt worden ist[48]). Als ein Nachtrag zu diesem Buche kann das geistreiche physiognomische Werk angesehen werden, welches Darwin 1872 „über den Ausdruck der Gemüths-Bewegungen bei dem Menschen und den Thieren" veröffentlicht hat[49]).

Von der größten Bedeutung für die Begründung der Selectionstheorie war das eingehende Studium, welches Darwin den Hausthieren und Kulturpflanzen widmete. Die unendlich mannichfaltigen Formveränderungen, welche der Mensch an diesen domesticirten Organismen durch künstliche Züchtung erzeugt hat, sind für das richtige Verständniß der Thier- und Pflanzenformen von der allergrößten Wichtigkeit; und dennoch ist in kaum glaublicher Weise dieses Studium von den Zoologen und Botanikern bis in die neueste Zeit in der gröbsten Weise vernachlässigt worden. Es sind nicht allein dicke Bände, sondern ganze Bibliotheken angefüllt worden mit Beschreibungen der einzelnen Arten oder Species, und mit höchst kindischen Streitigkeiten darüber, ob diese Species gute oder ziemlich gute, schlechte oder ziemlich schlechte Arten seien, ohne daß dem Artbegriff selbst darin zu Leibe gegangen ist. Wenn die Naturforscher, statt auf diese unnützen Spielereien ihre Zeit zu verwenden, die Kulturorganismen gehörig studirt und nicht die einzelnen todten Formen, sondern die Umbildung der lebendigen Gestalten in das Auge gefaßt

hätten, ſo würde man nicht ſo lange in den Feſſeln des Cuvier'ſchen Dogmas befangen geweſen ſein. Weil nun aber dieſe Kulturorganismen gerade der dogmatiſchen Auffaſſung von der Beharrlichkeit der Art, von der Conſtanz der Species ſo äußerſt unbequem ſind, ſo hat man ſich großen Theils abſichtlich nicht um dieſelben bekümmert und es iſt ſogar vielfach, ſelbſt von berühmten Naturforſchern, der Gedanke ausgeſprochen worden, dieſe Kulturorganismen, die Hausthiere und Gartenpflanzen, ſeien Kunſtprodukte des Menſchen, und deren Bildung und Umbildung könne gar nicht über das Weſen der Species und über die Entſtehung der Formen bei den wilden, im Naturzuſtande lebenden Arten entſcheiden.

Dieſe verkehrte Auffaſſung ging ſo weit, daß z. B. ein Münchener Zoologe, Andreas Wagner, alles Ernſtes die lächerliche Behauptung aufſtellte: Die Thiere und Pflanzen im wilden Zuſtande ſind vom Schöpfer als beſtimmt unterſchiedene und unveränderliche Arten erſchaffen worden; allein bei den Hausthieren und Kulturpflanzen war dies deshalb nicht nöthig, weil er dieſelben von vornherein für den Gebrauch des Menſchen einrichtete. Der Schöpfer machte alſo den Menſchen aus einem Erdenkloß, blies ihm lebendigen Odem in ſeine Naſe und ſchuf dann für ihn die verſchiedenen nützlichen Hausthiere und Gartenpflanzen, bei denen er ſich in der That die Mühe der Speciesunterſcheidung ſparen konnte. Ob der Baum des Erkenntniſſes im Paradiesgarten eine „gute" wilde Species, oder als Kulturpflanze überhaupt „keine Species" war, erfahren wir leider durch Andreas Wagner nicht. Da der Baum des Erkenntniſſes vom Schöpfer mitten in den Paradiesgarten geſetzt wurde, möchte man eher glauben, daß er eine höchſt bevorzugte Kulturpflanze, alſo überhaupt keine Species war. Da aber andrerſeits die Früchte vom Baume des Erkenntniſſes dem Menſchen verboten waren, und viele Menſchen, wie Wagner's eigenes Beiſpiel klar zeigt, niemals von dieſen Früchten genoſſen haben, ſo iſt er offenbar nicht für den Gebrauch des Menſchen erſchaffen und

also wahrscheinlich eine wirkliche Species! Wie Schade, daß uns Wagner über diese wichtige und schwierige Frage nicht belehrt hat!

So lächerlich Ihnen nun diese Ansicht auch vorkommen mag, so ist dieselbe doch nur ein folgerichtiger Auswuchs einer falschen, in der That aber weit verbreiteten Ansicht von dem besonderen Wesen der Kulturorganismen, und Sie können bisweilen von ganz angesehenen Naturforschern ähnliche Einwürfe hören. Gegen diese grundfalsche Auffassung muß ich mich von vornherein ganz bestimmt wenden. Das ist dieselbe Verkehrtheit, wie sie die Aerzte begehen, welche behaupten, die Krankheiten seien künstliche Erzeugnisse, keine Naturerscheinungen. Es hat viel Mühe gekostet, dieses Vorurtheil zu bekämpfen; und erst in neuerer Zeit ist die Ansicht zur allgemeinen Anerkennung gelangt, daß die Krankheiten Nichts sind, als natürliche Veränderungen des Organismus, wirklich natürliche Lebenserscheinungen, die nur hervorgebracht werden durch veränderte, abnorme Existenzbedingungen. Die Krankheit ist also nicht, wie die älteren Aerzte oft sagten, ein Leben außerhalb der Natur (vita praeter naturam), sondern ein natürliches Leben unter bestimmten, krank machenden, den Körper mit Gefahr bedrohenden Bedingungen. Ganz ebenso sind die Kulturerzeugnisse nicht künstliche Produkte des Menschen, sondern sie sind Naturprodukte, welche unter eigenthümlichen Lebensbedingungen entstanden sind. Der Mensch vermag durch seine Kultur niemals unmittelbar eine neue organische Form zu erzeugen; sondern er kann nur die Organismen unter neuen Lebensbedingungen züchten, welche umbildend auf sie einwirken. Alle Hausthiere und alle Gartenpflanzen stammen ursprünglich von wilden Arten ab, welche erst durch die Kultur umgebildet wurden.

Die eingehende Vergleichung der Kulturformen (Rassen und Spielarten) mit den wilden, nicht durch Kultur veränderten Organismen (Arten und Varietäten) ist für die Selectionstheorie von der größten Wichtigkeit. Was Ihnen bei dieser Vergleichung zunächst am Meisten auffällt, das ist die ungewöhnlich kurze Zeit, in welcher der Mensch im Stande ist, eine neue Form hervorzubringen, und der

ungewöhnlich hohe Grad, in welchem dieſe vom Menſchen producirte Form von der urſprünglichen Stammform abweichen kann. Während die wilden Thiere und die Pflanzen im wilden Zuſtande Jahr aus, Jahr ein dem ſammelnden Zoologen und Botaniker annähernd in derſelben Form erſcheinen, ſo daß eben hieraus das falſche Dogma der Speciesconſtanz entſtehen konnte, ſo zeigen uns dagegen die Hausthiere und die Gartenpflanzen innerhalb weniger Jahre die größten Veränderungen. Die Vervollkommnung, welche die Züchtungskunſt der Gärtner und der Landwirthe erreicht hat, geſtattet es jetzt in ſehr kurzer Zeit, in wenigen Jahren, eine ganz neue Thier- oder Pflanzenform willkürlich zu ſchaffen. Man braucht zu dieſem Zwecke bloß den Organismus unter dem Einfluſſe der beſonderen Bedingungen zu erhalten und fortzupflanzen, welche neue Bildungen zu erzeugen im Stande ſind; und man kann ſchon nach Verlauf von wenigen Generationen neue Arten erhalten, welche von der Stammform in viel höherem Grade abweichen, als die ſogenannten guten Arten im wilden Zuſtande von einander verſchieden ſind. Dieſe Thatſache iſt äußerſt wichtig und kann nicht genug hervorgehoben werden. Es iſt nicht wahr, wenn behauptet wird, die Kulturformen, die von einer und derſelben Form abſtammen, ſeien nicht ſo ſehr von einander verſchieden, wie die wilden Thier- und Pflanzenarten unter ſich. Wenn man nur unbefangen Vergleiche anſtellt, ſo läßt ſich ſehr leicht erkennen, daß eine Menge von Raſſen oder Spielarten, die wir in einer kurzen Reihe von Jahren von einer einzigen Kulturform abgeleitet haben, in höherem Grade von einander unterſchieden ſind, als ſogenannte gute Arten („Bonae species“) oder ſelbſt verſchiedene Gattungen (Genera) einer Familie im wilden Zuſtande ſich unterſcheiden.

Um dieſe äußerſt wichtige Thatſache möglichſt feſt empiriſch zu begründen, beſchloß Darwin eine einzelne Gruppe von Hausthieren ſpeciell in dem ganzen Umfang ihrer Formenmannichfaltigkeit zu ſtudiren, und er wählte dazu die Haustauben, welche in mehrfacher Beziehung für dieſen Zweck ganz beſonders geeignet ſind. Er hielt ſich lange Zeit hindurch auf ſeinem Gute alle möglichen Raſſen und

Spielarten von Tauben, welche er bekommen konnte, und wurde mit reichlichen Zuſendungen aus allen Weltgegenden unterſtützt. Ferner ließ er ſich in zwei Londoner Taubenklubs aufnehmen, welche die Züchtung der verſchiedenen Taubenformen mit wahrhaft künſtleriſcher Virtuoſität und unermüdlicher Leidenſchaft betreiben. Endlich ſetzte er ſich noch mit Einigen der berühmteſten Taubenliebhaber in Verbindung. So ſtand ihm das reichſte empiriſche Material zur Verfügung.

Die Kunſt und Liebhaberei der Taubenzüchtung iſt uralt. Schon mehr als 3000 Jahre vor Chriſtus wurde ſie von den Aegyptern betrieben. Die Römer der Kaiſerzeit gaben ungeheure Summen dafür aus, und führten genaue Stammbaumregiſter über ihre Abſtammung, ebenſo wie die Araber über ihre Pferde und die mecklenburgiſchen Edelleute über ihre eigenen Ahnen ſehr ſorgfältige genealogiſche Regiſter führen. Auch in Aſien war die Taubenzucht eine uralte Liebhaberei der reichen Fürſten, und zur Hofhaltung des Akber Khan, um das Jahr 1600, gehörten mehr als 20,000 Tauben. So entwickelten ſich denn im Laufe mehrerer Jahrtauſende, und in Folge der mannichfaltigen Züchtungsmethoden, welche in den verſchiedenſten Weltgegenden geübt wurden, aus einer einzigen urſprünglich gezähmten Stammform eine ungeheure Menge verſchiedenartiger Raſſen und Spielarten, welche in ihren extremen Formen ganz außerordentlich verſchieden ſind.

Eine der auffallendſten Taubenraſſen iſt die bekannte Pfauentaube, bei der ſich der Schwanz ähnlich entwickelt wie beim Pfau, und eine Anzahl von 30—40 radartig geſtellten Federn trägt; während die anderen Tauben eine viel geringere Anzahl von Schwanzfedern, faſt immer 12, beſitzen. Hierbei mag erwähnt werden, daß die Anzahl der Schwanzfedern bei den Vögeln als ſyſtematiſches Merkmal von den Naturforſchern ſehr hoch geſchätzt wird, ſo daß man ganze Ordnungen danach unterſcheiden könnte. So beſitzen z. B. die Singvögel faſt ohne Ausnahme 12 Schwanzfedern; die Schrillvögel (Strisores) 10 u. ſ. w. Beſonders ausgezeichnet ſind ferner mehrere Taubenraſſen durch einen Buſch von Nackenfedern, welcher eine Art Perrücke bildet, andere durch abenteuerliche Umbildung des Schnabels

und der Füße, durch eigenthümliche, oft sehr auffallende Verzierungen, z. B. Hautlappen, die sich am Kopf entwickeln; durch einen großen Kropf, welcher eine starke Hervortreibung der Speiseröhre am Hals bildet u. s. w. Merkwürdig sind auch die sonderbaren Gewohnheiten, die viele Tauben sich erworben haben, z. B. die Lachtauben, die Trommeltauben in ihren musikalischen Leistungen, die Brieftauben in ihrem topographischen Instinct. Die Purzeltauben haben die seltsame Gewohnheit, nachdem sie in großer Schaar in die Luft gestiegen sind, sich zu überschlagen und aus der Luft wie todt herabzufallen. Die Sitten und Gewohnheiten dieser unendlich verschiedenen Taubenrassen, die Form, Größe und Färbung der einzelnen Körpertheile, die Proportionen derselben unter einander, sind in erstaunlich hohem Maaße von einander verschieden, in viel höherem Maaße, als es bei den sogenannten guten Arten oder selbst bei ganz verschiedenen Gattungen unter den wilden Tauben der Fall ist. Und, was das Wichtigste ist, es beschränken sich jene Unterschiede nicht bloß auf die Bildung der äußerlichen Form, sondern erstrecken sich selbst auf die wichtigsten innerlichen Theile; es kommen sogar sehr bedeutende Abänderungen des Skelets und der Muskulatur vor. So finden sich z. B. große Verschiedenheiten in der Zahl der Wirbel und Rippen, in der Größe und Form der Lücken im Brustbein, in der Form und Größe des Gabelbeins, des Unterkiefers, der Gesichtsknochen u. s. w. Kurz das knöcherne Skelet, das die Morphologen für einen sehr beständigen Körpertheil halten, welcher niemals in dem Grade, wie die äußeren Theile, variirt, zeigt sich so sehr verändert, daß man viele Taubenrassen als besondere Gattungen aufführen könnte. Zweifelsohne würde dies geschehen, wenn man alle diese verschiedenen Formen in wildem Naturzustande auffände.

Wie weit die Verschiedenheit der Taubenrassen geht, zeigt am Besten der Umstand, daß alle Taubenzüchter einstimmig der Ansicht sind, jede eigenthümliche oder besonders ausgezeichnete Taubenrasse müsse von einer besonderen wilden Stammart abstammen. Freilich nimmt Jeder eine verschiedene Zahl von Stammarten an. Und

dennoch hat Darwin mit überzeugendem Scharfſinn den ſchwierigen Beweis geführt, daß dieſelben ohne Ausnahme ſämmtlich von einer einzigen wilden Stammart, der blauen Felstaube (Columba livia) abſtammen müſſen. In gleicher Weiſe läßt ſich bei den meiſten übrigen Hausthieren und bei den meiſten Kulturpflanzen der Beweis führen, daß alle verſchiedenen Raſſen Nachkommen einer einzigen urſprünglichen wilden Art ſind, die vom Menſchen in den Kulturzuſtand übergeführt wurde.

Ein ähnliches Beiſpiel, wie die Haustaube, liefert unter den Säugethieren unſer zahmes Kaninchen. Alle Zoologen ohne Ausnahme halten es ſchon ſeit langer Zeit für erwieſen, daß alle Raſſen und Spielarten deſſelben von dem gewöhnlichen wilden Kaninchen, alſo von einer einzigen Stammart abſtammen. Und dennoch ſind die extremſten Formen dieſer Raſſen in einem ſolchen Maaße von einander verſchieden, daß jeder Zoologe, wenn er dieſelben im wilden Zuſtande anträfe, ſie unbedenklich nicht allein für ganz verſchiedene „gute Species", ſondern ſogar für Arten von ganz verſchiedenen Gattungen oder Genera der Leporiden-Familie erklären würde. Nicht nur iſt die Färbung, Haarlänge und ſonſtige Beſchaffenheit des Pelzes bei den verſchiedenen zahmen Kaninchen-Raſſen außerordentlich mannichfaltig und in den extremen Gegenſätzen äußerſt abweichend, ſondern auch, was noch viel wichtiger iſt, die typiſche Form des Skelets und ſeiner einzelnen Theile, beſonders die Form des Schädels und des für die Syſtematik ſo wichtigen Gebiſſes, ferner das relative Längenverhältniß der Ohren, der Beine u. ſ. w. In allen dieſen Beziehungen weichen die Raſſen des zahmen Kaninchens unbeſtritten viel weiter von einander ab, als alle die verſchiedenen Formen von wilden Kaninchen und Haſen, die als anerkannt „gute Species" der Gattung Lepus über die ganze Erde zerſtreut ſind. Und dennoch behaupten Angeſichts dieſer klaren Thatſache die Gegner der Entwickelungstheorie, daß die letzteren, die wilden Arten, nicht von einer gemeinſamen Stammform abſtammen, während ſie dies bei den erſteren, den zahmen Raſſen ohne Weiteres zugeben.

Mit Gegnern, welche ſo abſichtlich ihre Augen vor dem ſonnenklaren Lichte der Wahrheit verſchließen, läßt ſich dann freilich nicht weiter ſtreiten.

Während ſo für die Haustaube, für das zahme Kaninchen, für das Pferd u. ſ. w. trotz der merkwürdigen Verſchiedenheit ihrer Spielarten die Abſtammung von einer einzigen wilden ſogenannten „Species" geſichert erſcheint, ſo iſt es dagegen für einige Hausthiere, namentlich die Hunde, Schweine und Rinder, allerdings wahrſcheinlicher, daß die mannichfaltigen Raſſen derſelben von mehreren wilden Stammarten abzuleiten ſind, welche ſich nachträglich im Kulturzuſtande mit einander vermiſcht haben. Indeſſen iſt die Zahl dieſer urſprünglichen wilden Stammarten immer viel geringer, als die Zahl der aus ihrer Vermiſchung und Züchtung hervorgegangenen Kulturformen, und natürlich ſtammen auch jene erſteren urſprünglich von einer einzigen gemeinſamen Stammform der ganzen Gattung ab. Auf keinen Fall ſtammt jede beſondere Kulturraſſe von einer eigenen wilden Art ab.

Im Gegenſatz hierzu behaupten faſt alle Landwirthe und Gärtner mit der größten Beſtimmtheit, daß jede einzelne, von ihnen gezüchtete Raſſe von einer beſonderen wilden Stammart abſtammen müſſe, weil ſie die Unterſchiede der Raſſen ſcharf erkennen, die Vererbung ihrer Eigenſchaften ſehr hochſchätzen, und nicht bedenken, daß dieſelben erſt durch langſame Häufung kleiner, kaum merklicher Abänderungen entſtanden ſind. Auch in dieſer Beziehung iſt die Vergleichung der Kulturraſſen mit den wilden Species äußerſt lehrreich.

Von vielen Seiten, und namentlich von den Gegnern der Entwickelungstheorie, iſt die größte Mühe aufgewendet worden, irgend ein morphologiſches oder phyſiologiſches Merkmal, irgend eine charakteriſtiſche Eigenſchaft aufzufinden, durch welche man die künſtlich gezüchteten, kultivirten „Raſſen" von den natürlich entſtandenen, wilden „Arten" ſcharf und durchgreifend trennen könne. Alle dieſe Verſuche ſind gänzlich fehlgeſchlagen und haben nur mit um ſo größerer Sicherheit zu dem entgegengeſetzten Reſultate geführt, daß eine ſolche Tren-

nung gar nicht möglich iſt. Ich habe dieſes Verhältniß in meiner Kritik des Species-Begriffes ausführlich erörtert und durch Beiſpiele erläutert. (Gen. Morph. II, 323—364.)

Nur eine Seite dieſer Frage mag hier kürzlich noch berührt werden, weil dieſelbe nicht allein von den Gegnern, ſondern ſelbſt von einigen der bedeutendſten Anhänger des Darwinismus, z. B. von Huxley[17]), als eine der ſchwächſten Seiten deſſelben angeſehen worden iſt, nämlich das Verhältniß der Baſtardzeugung oder des Hybridismus. Zwiſchen kultivirten Raſſen und wilden Arten ſollte der Unterſchied beſtehen, daß die erſteren der Erzeugung fruchtbarer Baſtarde fähig ſein ſollten, die letzteren nicht. Je zwei verſchiedene kultivirte Raſſen oder wilde Varietäten einer Species ſollten in allen Fällen die Fähigkeit beſitzen, mit einander Baſtarde zu erzeugen, welche ſich unter einander oder mit einer ihrer Elternformen fruchtbar vermiſchen und fortpflanzen könnten; dagegen ſollten zwei wirklich verſchiedene Species, zwei kultivirte oder wilde Arten einer Gattung, niemals die Fähigkeit beſitzen, mit einander Baſtarde zu zeugen, die unter einander oder mit einer der elterlichen Arten ſich fruchtbar kreuzen könnten.

Was zunächſt die erſte Behauptung betrifft, ſo wird ſie einfach durch die Thatſache widerlegt, daß es Organismen giebt, die ſich mit ihren nachweisbaren Vorfahren überhaupt nicht mehr vermiſchen, alſo auch keine fruchtbare Nachkommenſchaft erzeugen können. So paart ſich z. B. unſer kultivirtes Meerſchweinchen nicht mehr mit ſeinem wilden braſilianiſchen Stammvater. Umgekehrt geht die Hauskatze von Paraguay, welche von unſerer europäiſchen Hauskatze abſtammt, keine eheliche Verbindung mehr mit dieſer ein. Zwiſchen verſchiedenen Raſſen unſerer Haushunde, z. B. zwiſchen den großen Neufundländern und den zwerghaften Schooßhündchen, iſt ſchon aus einfachen mechaniſchen Gründen eine Paarung unmöglich. Ein beſonderes intereſſantes Beiſpiel aber bietet das Porto-Santo-Kaninchen dar (Lepus Huxleyi). Auf der kleinen Inſel Porto-Santo bei Madeira wurden im Jahre 1419 einige Kaninchen ausgeſetzt,

die an Bord eines Schiffes von einem zahmen spanischen Kaninchen geboren worden waren. Diese Thierchen vermehrten sich in kurzer Zeit, da keine Raubthiere dort waren, so massenhaft, daß sie zur Landplage wurden und sogar eine dortige Kolonie zur Aufhebung zwangen. Noch gegenwärtig bewohnen sie die Insel in Menge, haben sich aber im Laufe von 450 Jahren zu einer ganz eigenthümlichen Spielart — oder wenn man will „guten Art" — entwickelt, ausgezeichnet durch eigenthümliche Färbung, rattenähnliche Form, geringe Größe, nächtliche Lebensweise und außerordentliche Wildheit. Das Wichtigste jedoch ist, daß sich diese neue Art, die ich Lepus Huxleyi nenne, mit dem europäischen Kaninchen, von dem sie abstammt, nicht mehr kreuzt und keine Bastarde mehr damit erzeugt.

Auf der andern Seite kennen wir jetzt zahlreiche Beispiele von fruchtbaren echten Bastarden, d. h. von Mischlingen, die aus der Kreuzung von zwei ganz verschiedenen Arten hervorgegangen sind, und trotzdem sowohl unter einander, als auch mit einer ihrer Stammarten sich fortpflanzen. Den Botanikern sind solche „Bastard-Arten" (Species hybridae) längst in Menge bekannt, z. B. aus den Gattungen der Distel (Cirsium), des Goldregen (Cytisus), der Brombeere (Rubus) u. s. w. Aber auch unter den Thieren sind dieselben keineswegs selten, und vielleicht sogar sehr häufig. Man kennt fruchtbare Bastarde, die aus der Kreuzung von zwei verschiedenen Arten einer Gattung entstanden sind, aus mehreren Gattungen der Schmetterlings-Ordnung (Zygaena, Saturnia), der Karpfen-Familie, der Finken, Hühner, Hunde, Katzen u. s. w. Zu den interessantesten gehört das Hasen-Kaninchen (Lepus Darwinii), der Bastard von unsern einheimischen Hasen und Kaninchen, welcher in Frankreich schon seit 1850 zu gastronomischen Zwecken in vielen Generationen gezüchtet worden ist. Ich besitze selbst durch die Güte des Professor Conrad, welcher diese Züchtungsversuche auf seinem Gute wiederholt hat, solche Bastarde, welche aus reiner Inzucht hervorgegangen sind, d. h. deren beide Eltern selbst Bastarde von einem Hasenvater und einer Kaninchenmutter sind. Der so erzeugte Halb-

blut-Baſtard, welchen ich Darwin zu Ehren benannt habe, ſcheint ſich in reiner Inzucht ſo gut wie jede „echte Species" durch viele Generationen fortzupflanzen. Obwohl im Ganzen mehr ſeiner Kaninchenmutter ähnlich, beſitzt derſelbe doch in der Bildung der Ohren und der Hinterbeine beſtimmte Eigenſchaften ſeines Haſenvaters. Das Fleiſch ſchmeckt vortrefflich, mehr haſenartig, obwohl die Farbe mehr kaninchenartig iſt. Nun ſind aber Haſe (Lepus timidus) und Kaninchen (Lepus cuniculus) zwei ſo verſchiedene Species der Gattung Lepus, daß kein Syſtematiker ſie als Varietäten eines Genus anerkennen wird. Auch haben beide Arten ſo verſchiedene Lebensweiſe und im wilden Zuſtande ſo große Abneigung gegen einander, daß ſie ſich aus freien Stücken nicht vermiſchen. Wenn man jedoch die neugeborenen Jungen beider Arten zuſammen aufzieht, ſo kommt dieſe Abneigung nicht zur Entwickelung; ſie vermiſchen ſich mit einander und erzeugen den Lepus Darwinii.

Ein anderes ausgezeichnetes Beiſpiel von Kreuzung verſchiedener Arten (wobei die beiden Species ſogar verſchiedenen Gattungen angehören!) liefern die fruchtbaren Baſtarde von Schafen und Ziegen, die in Chile ſeit langer Zeit zu induſtriellen Zwecken gezogen werden. Welche unweſentlichen Umſtände bei der geſchlechtlichen Vermiſchung die Fruchtbarkeit der verſchiedenen Arten bedingen, das zeigt der Umſtand, daß Ziegenböcke und Schafe bei ihrer Vermiſchung fruchtbare Baſtarde erzeugen, während Schafbock und Ziege ſich überhaupt ſelten paaren, und dann ohne Erfolg. So ſind alſo die Erſcheinungen des Hybridismus, auf welche man irrthümlicherweiſe ein ganz übertriebenes Gewicht gelegt hat, für den Speciesbegriff gänzlich bedeutungslos. Die Baſtardzeugung ſetzt uns eben ſo wenig, als irgend eine andere Erſcheinung, in den Stand, die kultivirten Raſſen von den wilden Arten durchgreifend zu unterſcheiden. Dieſer Umſtand iſt aber von der größten Bedeutung für die Selectionstheorie.

# Siebenter Vortrag.

## Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus.)

---

Darwinismus (Selectionstheorie) und Lamarckismus (Descendenztheorie). Der Vorgang der künstlichen Züchtung: Auslese (Selection) der verschiedenen Einzelwesen zur Nachzucht. Die wirkenden Ursachen der Umbildung: Abänderung, mit der Ernährung zusammenhängend, und Vererbung, mit der Fortpflanzung zusammenhängend. Mechanische Natur dieser beiden physiologischen Funktionen. Der Vorgang der natürlichen Züchtung: Auslese (Selection) durch den Kampf um's Dasein. Malthus' Bevölkerungstheorie. Mißverhältniß zwischen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der wirklichen (aktuellen) Individuen jeder Organismenart. Allgemeiner Wettkampf um die Existenz, oder Mitbewerbung um die Erlangung der nothwendigen Lebensbedürfnisse. Umbildende und züchtende Kraft dieses Kampfes um's Dasein. Vergleichung der natürlichen und der künstlichen Züchtung. Zuchtwahl im Menschenleben. Militärische und medicinische Züchtung.

Meine Herren! Wenn heutzutage häufig die gesammte Entwickelungstheorie, mit der wir uns in diesen Vorträgen beschäftigen, als Darwinismus bezeichnet wird, so geschieht dies eigentlich nicht mit Recht. Denn wie Sie aus der geschichtlichen Einleitung der letzten Vorträge gesehen haben werden, ist schon zu Anfang unseres Jahrhunderts der wichtigste Theil der organischen Entwickelungstheorie, nämlich die Abstammungslehre oder Descendenztheorie, ganz deutlich ausgesprochen, und insbesondere durch Lamarck in die Naturwissenschaft eingeführt worden. Man könnte daher diesen Theil der Entwickelungstheorie, welcher die gemeinsame Abstammung aller Thier-

und Pflanzenarten von einfachſten gemeinſamen Stammformen behauptet, ſeinem verdienteſten Begründer zu Ehren mit vollem Rechte Lamarckismus nennen, wenn man einmal an den Namen eines einzelnen hervorragenden Naturforſchers das Verdienſt knüpfen will, eine ſolche Grundlehre zuerſt durchgeführt zu haben. Dagegen würden wir mit Recht als Darwinismus die Selectionstheorie oder Züchtungslehre zu bezeichnen haben, denjenigen Theil der Entwickelungstheorie, welcher uns zeigt, auf welchem Wege und warum die verſchiedenen Organismenarten aus jenen einfachſten Stammformen ſich entwickelt haben (Gen. Morph. II, 166).

Allerdings finden wir die erſte Spur von einer Idee der natürlichen Züchtung ſchon vierzig Jahre vor dem Erſcheinen von Darwin's Werke. Im Jahre 1818 erſchien nämlich eine, bereits 1813 vor der Royal Society geleſene „Nachricht über eine Frau der weißen Raſſe, deren Haut zum Theil der eines Negers gleicht". Der Verfaſſer derſelben, Dr. W. C. Wells, führt an, daß Neger und Mulatten ſich durch Immunität gegen gewiſſe Tropenkrankheiten vor der weißen Raſſe auszeichnen. Bei dieſer Gelegenheit bemerkt er, daß alle Thiere bis zu einem gewiſſen Grade abzuändern ſtreben, daß die Landwirthe durch Benutzung dieſer Eigenſchaft und durch Zuchtwahl ihre Hausthiere veredeln, und fährt dann fort: „Was aber im letzten Falle durch Kunſt geſchieht, ſcheint mit gleicher Wirkſamkeit, wenn auch langſamer, bei der Bildung der Menſchenraſſen, die für die von ihnen bewohnten Gegenden eingerichtet ſind, durch die Natur zu geſchehen. Unter den zufälligen Varietäten von Menſchen, die unter den wenigen und zerſtreuten Einwohnern der mittleren Gegenden von Afrika auftreten, werden einige beſſer als andere die Krankheiten des Landes überſtehen. In Folge davon wird ſich dieſe Raſſe vermehren, während die Anderen abnehmen, und zwar nicht bloß weil ſie unfähig ſind, die Erkrankungen zu überſtehen, ſondern weil ſie nicht im Stande ſind, mit ihren kräftigeren Nachbarn zu konkurriren. Ich nehme als ausgemacht an, daß die Farbe dieſer kräftigeren Raſſe dunkel ſein wird. Da aber die Neigung Varie-

täten zu bilden noch besteht, so wird sich eine immer dunklere Rasse im Laufe der Zeit ausbilden; und da die dunkelste am besten für das Klima paßt, so wird diese zuletzt in ihrer Heimath, wenn nicht die einzige, doch die herrschende werden."

Obwohl in diesem Aufsatze von Wells das Prinzip der natürlichen Züchtung deutlich ausgesprochen und anerkannt ist, so wird es doch bloß in sehr beschränkter Ausdehnung auf die Entstehung der Menschenrassen angewendet und nicht weiter für den Ursprung der Thier- und Pflanzen-Arten verwerthet. Das hohe Verdienst Darwin's, die Selectionstheorie selbstständig ausgebildet und zur vollen und verdienten Geltung gebracht zu haben, wird durch jene frühere, verborgen gebliebene Bemerkung von Wells ebenso wenig geschmälert, als durch einige fragmentarische Bemerkungen über natürliche Züchtung von Patrick Matthew, die in einem 1831 erschienenen Buche über „Schiffsbauholz und Baumkultur" versteckt sind. Auch der berühmte Reisende Alfred Wallace, der unabhängig von Darwin die Selectionstheorie ausgebildet und 1858 gleichzeitig mit Darwin's erster Mittheilung veröffentlicht hatte, steht sowohl hinsichtlich der tiefen Auffassung, als der ausgedehnten Anwendung derselben, weit hinter seinem größeren und älteren Landsmanne zurück, der durch seine höchst umfassende und geniale Ausbildung der ganzen Lehre sich gerechten Anspruch erworben hat, die Theorie mit seinem Namen verbunden zu sehen.

Diese Züchtungslehre oder Selectionstheorie, der Darwinismus im eigentlichen Sinne, zu dessen Betrachtung wir uns jetzt wenden, beruht wesentlich (wie es bereits in dem letzten Vortrage angedeutet wurde) auf der Vergleichung derjenigen Thätigkeit, welche der Mensch bei der Züchtung der Hausthiere und Gartenpflanzen ausübt, mit denjenigen Vorgängen, welche in der freien Natur, außerhalb des Kulturzustandes, zur Entstehung neuer Arten und neuer Gattungen führen. Wir müssen uns, um diese letzten Vorgänge zu verstehen, also zunächst zur künstlichen Züchtung des Menschen wenden, wie es auch von Darwin selbst geschehen ist. Wir müssen untersuchen,

welche Erfolge der Mensch durch seine künstliche Züchtung erzielt, und welche Mittel er anwendet, um diese Erfolge hervorzubringen; und dann müssen wir uns fragen: „Giebt es in der Natur ähnliche Kräfte, ähnlich wirkende Ursachen, wie sie der Mensch hier anwendet?"

Was nun zunächst die künstliche Züchtung betrifft, so gehen wir von der Thatsache aus, die zuletzt erörtert wurde, daß deren Produkte in nicht seltenen Fällen viel mehr von einander verschieden sind, als die Erzeugnisse der natürlichen Züchtung. In der That weichen die Rassen oder Spielarten oft in viel höherem Grade und in viel wichtigeren Eigenschaften von einander ab, als es viele sogenannte „gute Arten" oder Species, ja bisweilen sogar mehr, als es sogenannte „gute Gattungen" im Naturzustande thun. Vergleichen Sie z. B. die verschiedenen Aepfelsorten, welche die Gartenkunst von einer und derselben ursprünglichen Apfelform gezogen hat, oder vergleichen Sie die verschiedenen Pferderassen, welche die Thierzüchter aus einer und derselben ursprünglichen Form des Pferdes abgeleitet haben, so finden Sie leicht, daß die Unterschiede der am meisten verschiedenen Formen ganz außerordentlich bedeutend sind, viel bedeutender, als die sogenannten „specifischen Unterschiede", welche von den Zoologen und Botanikern bei Vergleichung der wilden Arten angewandt werden, um darauf hin verschiedene sogenannte „gute Arten" zu unterscheiden.

Wodurch bringt nun der Mensch diese außerordentliche Verschiedenheit oder Divergenz mehrerer Formen hervor, die erwiesenermaßen von einer und derselben Stammform abstammen? Lassen Sie uns zur Beantwortung dieser Frage einen Gärtner verfolgen, der bemüht ist, eine neue Pflanzenform zu züchten, die sich durch eine schöne Blumenfarbe auszeichnet. Derselbe wird zunächst unter einer großen Anzahl von Pflanzen, welche Sämlinge einer und derselben Pflanze sind, eine Auswahl oder Selection treffen. Er wird diejenigen Pflanzen herausſuchen, welche die ihm erwünschte Blüthenfarbe am meisten ausgeprägt zeigen. Gerade diese Blüthenfarbe ist ein sehr veränderlicher Gegenstand. Zum Beispiel zeigen Pflanzen,

welche in der Regel eine weiße Blüthe beſitzen, ſehr häufig Abweichungen in's Blaue oder Rothe hinein. Geſetzt nun, der Gärtner wünſcht eine ſolche, gewöhnlich weiß blühende Pflanze in rother Farbe zu erhalten, ſo würde er ſehr ſorgfältig unter den mancherlei verſchiedenen Individuen, die Abkömmlinge einer und derſelben Samenpflanze ſind, diejenigen herausſuchen, die am deutlichſten einen rothen Anflug zeigen, und dieſe ausſchließlich ausſäen, um neue Individuen derſelben Art zu erzielen. Er würde die übrigen Samenpflanzen, die weiße oder weniger deutlich rothe Farbe zeigen, ausfallen laſſen und nicht weiter kultiviren. Ausſchließlich die einzelnen Pflanzen, deren Blüthen das ſtärkſte Roth zeigen, würde er fortpflanzen und die Samen, welche dieſe auserleſenen Pflanzen bringen, würde er wieder ausſäen. Von den Samenpflanzen dieſer zweiten Generation würde er wiederum diejenigen ſorgfältig herausleſen, die das Rothe, das nun der größte Theil der Samenpflanzen zeigen würde, am deutlichſten ausgeprägt haben. Wenn eine ſolche Ausleſe durch eine Reihe von ſechs oder zehn Generationen hindurch geſchieht, wenn immer mit großer Sorgfalt diejenige Blüthe ausgeſucht wird, die das tiefſte Roth zeigt, ſo wird der Gärtner in der ſechſten oder zehnten Generation eine Pflanze mit rein rother Blüthenfarbe bekommen, wie ſie ihm erwünſcht war.

Ebenſo verfährt der Landwirth, welcher eine beſondere Thierraſſe züchten will, alſo z. B. eine Schafſorte, welche ſich durch beſonders feine Wolle auszeichnet. Das einzige Verfahren, welches bei der Vervollkommnung der Wolle angewandt wird, beſteht darin, daß der Landwirth mit der größten Sorgfalt und Ausdauer unter der ganzen Schafherde diejenigen Individuen ausſucht, die die feinſte Wolle haben. Dieſe allein werden zur Nachzucht verwandt, und unter der Nachkommenſchaft dieſer Auserwählten werden abermals diejenigen herausgeſucht, die ſich durch die feinſte Wolle auszeichnen u. ſ. f. Wenn dieſe ſorgfältige Ausleſe eine Reihe von Generationen hindurch fortgeſetzt wird, ſo zeichnen ſich zuletzt die auserleſenen Zuchtſchafe durch eine Wolle aus, welche ſehr auffallend,

und zwar nach dem Wunsche und zu Gunsten des Züchters, von der Wolle des ursprünglichen Stammvaters verschieden ist.

Die Unterschiede der einzelnen Individuen, auf die es bei dieser künstlichen Auslese ankommt, sind sehr klein. Ein gewöhnlicher ungeübter Mensch ist nicht im Stande, die ungemein feinen Unterschiede der Einzelwesen zu erkennen, welche ein geübter Züchter auf den ersten Blick wahrnimmt. Das Geschäft des Züchters ist keine leichte Kunst; dasselbe erfordert einen außerordentlich scharfen Blick, eine große Geduld, eine äußerst sorgsame Behandlungsweise der zu züchtenden Organismen. Bei jeder einzelnen Generation fallen die Unterschiede der Individuen dem Laien vielleicht gar nicht in das Auge; aber durch die Häufung dieser feinen Unterschiede während einer Reihe von Generationen wird die Abweichung von der Stammform zuletzt sehr bedeutend. Sie wird so auffallend, daß endlich die künstlich erzeugte Form von der ursprünglichen Stammform in weit höherem Grade abweichen kann, als zwei sogenannte gute Arten im Naturzustande thun. Die Züchtungskunst ist jetzt so weit gediehen, daß der Mensch oft willkürlich bestimmte Eigenthümlichkeiten bei den kultivirten Arten der Thiere und Pflanzen erzeugen kann. Man kann an die geübtesten Gärtner und Landwirthe bestimmte Aufträge geben, und z. B. sagen: Ich wünsche diese Pflanzenart in der und der Farbe mit der und der Zeichnung zu haben. Wo die Züchtung so vervollkommnet ist, wie in England, sind die Gärtner und Landwirthe häufig im Stande, innerhalb einer bestimmten Zeitdauer, nach Verlauf einer Anzahl von Generationen, das verlangte Resultat auf Bestellung zu liefern. Einer der erfahrensten englischen Züchter, Sir John Sebright, konnte sagen „er wolle eine ihm aufgegebene Feder in drei Jahren hervorbringen, er bedürfe aber sechs Jahre, um eine gewünschte Form des Kopfes und Schnabels zu erlangen". Bei der Zucht der Merinoschafe in Sachsen werden die Thiere dreimal wiederholt neben einander auf Tische gelegt und auf das Sorgfältigste vergleichend studirt. Jedesmal werden nur die besten Schafe, mit der feinsten Wolle, ausgelesen, so daß zuletzt von

einer großen Menge nur einzelne wenige, aber ganz auserlesen feine Thiere übrig bleiben. Nur diese letzten werden zur Nachzucht verwandt. Es sind also, wie Sie sehen, ungemein einfache Ursachen, mittelst welcher die künstliche Züchtung zuletzt große Wirkungen hervorbringt, und diese großen Wirkungen werden nur erzielt durch Summirung der einzelnen an sich sehr unbedeutenden Unterschiede, die durch fortwährend wiederholte Auslese oder Selection in einem überraschenden Maaße vergrößert werden.

Ehe wir nun zur Vergleichung dieser künstlichen Züchtung mit der natürlichen übergehen, wollen wir uns klar machen, welche natürlichen Eigenschaften der Organismen der künstliche Züchter oder Kultivateur benutzt. Man kann alle verschiedenen Eigenschaften, die hierbei in das Spiel kommen, schließlich zurückführen auf zwei physiologische Grundeigenschaften des Organismus, die sämmtlichen Thieren und Pflanzen gemeinschaftlich sind, und die mit den beiden Thätigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung auf das Innigste zusammenhängen. Diese beiden Grundeigenschaften sind die Erblichkeit oder die Fähigkeit der Vererbung und die Veränderlichkeit oder die Fähigkeit der Anpassung. Der Züchter geht aus von der Thatsache, daß alle Individuen einer und derselben Art verschieden sind, wenn auch in sehr geringem Grade, eine Thatsache, die sowohl von den Organismen im wilden wie im Kulturzustande gilt. Wenn Sie sich in einem Walde umsehen, der nur aus einer einzigen Baumart, z. B. Buche, besteht, werden Sie ganz gewiß im ganzen Walde nicht zwei Bäume dieser Art finden, die absolut gleich sind, die in der Form der Verästelung, in der Zahl der Zweige und Blätter, der Blüthen und Früchte, sich vollkommen gleichen. Es finden sich individuelle Unterschiede überall, gerade so wie bei dem Menschen. Es giebt nicht zwei Menschen, welche absolut identisch sind, vollkommen gleich in Größe, Gesichtsbildung, Zahl der Haare, Temperament, Charakter u. s. w. Ganz dasselbe gilt aber auch von den Einzelwesen aller verschiedenen Thier- und Pflanzenarten. Bei den meisten Organismen erscheinen allerdings die Unterschiede für den

Laien ſehr geringfügig. Es kommt aber hierbei weſentlich an auf die Uebung in der Erkenntniß dieſer oft ſehr feinen Formcharaktere. Ein Schafhirt z. B. kennt in ſeiner Heerde jedes einzelne Individuum bloß durch genaue Beobachtung der Eigenſchaften, während ein Laie nicht im Stande iſt, alle die verſchiedenen Individuen einer und derſelben Heerde zu unterſcheiden. Die Thatſache der individuellen Verſchiedenheit iſt die äußerſt wichtige Grundlage, auf welche ſich das ganze Züchtungsvermögen des Menſchen gründet. Wenn nicht überall jene individuellen Unterſchiede wären, ſo könnte er nicht aus einer und derſelben Stammform eine Maſſe verſchiedener Spielarten oder Raſſen erziehen. Wir müſſen von vornherein den Grundſatz feſthalten, daß dieſe Erſcheinung ganz allgemein iſt. Wir müſſen nothwendig dieſelbe auch da vorausſetzen, wo wir mit unſeren groben ſinnlichen Hülfsmitteln nicht im Stande ſind, die Unterſchiede zu erkennen. Bei den höheren Pflanzen, bei den Phanerogamen oder Blüthenpflanzen, wo die einzelnen individuellen Stöcke ſo zahlreiche Unterſchiede in der Zahl der Aeſte und Blätter, in der Bildung des Stammes und der Aeſte zeigen, können wir faſt immer jene Unterſchiede leicht wahrnehmen. Aber bei den niederen Pflanzen, z. B. Moſen, Algen, Pilzen, und bei den meiſten Thieren, namentlich den niederen Thieren, iſt dies nicht der Fall. Die individuelle Unterſcheidung aller Einzelweſen einer Art iſt hier meiſtens äußerſt ſchwierig oder ganz unmöglich. Es liegt jedoch kein Grund vor, bloß denjenigen Organismen eine individuelle Verſchiedenheit zuzuſchreiben, bei denen wir ſie ſogleich erkennen können. Vielmehr können wir dieſelbe mit voller Sicherheit als allgemeine Eigenſchaft aller Organismen annehmen, und wir können dies um ſo mehr, da wir im Stande ſind, die Veränderlichkeit der Individuen zurückzuführen auf die mechaniſchen Verhältniſſe der Ernährung. Wir können zeigen, daß wir durch Beeinfluſſung der Ernährung im Stande ſind, auffallende individuelle Unterſchiede da hervorzubringen, wo ſie unter nicht veränderten Ernährungsverhältniſſen nicht wahrzunehmen ſein würden. Die vielen

verwickelten Bedingungen der Ernährung sind aber niemals bei zwei Individuen einer Art absolut gleich.

Ebenso nun, wie wir die Veränderlichkeit oder Anpassungsfähigkeit in ursächlichem Zusammenhang mit den allgemeinen Ernährungsverhältnissen der Thiere und Pflanzen sehen, ebenso finden wir die zweite fundamentale Lebenserscheinung, mit der wir es hier zu thun haben, nämlich die Vererbungsfähigkeit oder Erblichkeit, in unmittelbarem Zusammenhang mit den Erscheinungen der Fortpflanzung. Das zweite, was der Landwirth und der Gärtner bei der künstlichen Züchtung thut, nachdem er ausgesucht, also die Veränderlichkeit benutzt hat, ist, daß er die veränderten Formen festzuhalten und auszubilden sucht durch die Vererbung. Er geht aus von der allgemeinen Thatsache, daß die Kinder ihren Eltern ähnlich sind: „Der Apfel fällt nicht weit vom Stamm." Diese Erscheinung der Erblichkeit ist bisher in sehr geringem Maaße wissenschaftlich untersucht worden, was zum Theil daran liegen mag, daß die Erscheinung eine zu alltägliche ist. Jedermann findet es ganz natürlich, daß eine jede Art ihres Gleichen erzeugt, daß nicht plötzlich ein Pferd eine Gans oder eine Gans einen Frosch erzeugt. Man ist gewöhnt, diese alltäglichen Vorgänge der Erblichkeit als selbstverständlich anzusehen. Nun ist aber diese Erscheinung nicht so selbstverständlich einfach, wie sie auf den ersten Blick erscheint, und namentlich wird sehr häufig bei der Betrachtung der Erblichkeit übersehen, daß die verschiedenen Nachkommen, die von einem und demselben Elternpaar herstammen, in der That niemals einander ganz gleich, auch niemals absolut gleich den Eltern, sondern immer ein wenig verschieden sind. Wir können den Grundsatz der Erblichkeit nicht dahin formuliren: „Gleiches erzeugt Gleiches", sondern wir müssen ihn vielmehr bedingter dahin aussprechen: „Aehnliches erzeugt Aehnliches". Der Gärtner wie der Landwirth benutzt in dieser Beziehung die Thatsache der Vererbung im weitesten Umfang, und zwar mit besonderer Rücksicht darauf, daß nicht allein diejenigen Eigenschaften von den Organismen vererbt werden, die sie bereits von den Eltern ererbt haben, sondern auch diejenigen,

die ſie ſelbſt erworben haben. Das iſt ein höchſt wichtiger Punkt, auf den ſehr Viel ankommt. Der Organismus vermag nicht allein auf ſeine Nachkommen diejenigen Eigenſchaften, diejenige Geſtalt, Farbe, Größe zu übertragen, die er ſelbſt von ſeinen Eltern ererbt hat; er vermag auch Abänderungen dieſer Eigenſchaften zu vererben, die er erſt während ſeines Lebens durch den Einfluß äußerer Umſtände, des Klimas, der Nahrung, der Erziehung u. ſ. w. erworben hat.

Das ſind die beiden Grundeigenſchaften der Thiere und Pflanzen, welche die Züchter benutzen, um neue Formen zu erzeugen. So außerordentlich einfach das theoretiſche Prinzip der Züchtung iſt, ſo ſchwierig und ungeheuer verwickelt iſt im Einzelnen die praktiſche Verwerthung dieſes einfachen Prinzips. Der denkende, planmäßig arbeitende Züchter muß die Kunſt verſtehen, die allgemeine Wechſelwirkung zwiſchen den beiden Grundeigenſchaften der Erblichkeit und Veränderlichkeit richtig in jedem einzelnen Falle zu verwerthen.

Wenn wir nun die eigentliche Natur jener beiden wichtigen Lebenseigenſchaften unterſuchen, ſo finden wir, daß wir ſie, gleich allen phyſiologiſchen Funktionen, auf phyſikaliſche und chemiſche Urſachen zurückführen können; auf Eigenſchaften und Bewegungserſcheinungen der Materien, aus denen der Körper der Thiere und Pflanzen beſteht. Wie wir ſpäter bei einer genaueren Betrachtung dieſer beiden Funktionen zu begründen haben werden, iſt ganz allgemein ausgedrückt die Vererbung weſentlich bedingt durch die materielle Kontinuität, durch die theilweiſe ſtoffliche Gleichheit des erzeugenden und des gezeugten Organismus, der Eltern und des Kindes. Bei jedem Zeugungsakte wird eine gewiſſe Menge von Protoplasma oder eiweißartiger Materie von den Eltern auf das Kind übertragen, und mit dieſem Protoplasma wird zugleich die demſelben individuell eigenthümliche Molekular-Bewegung übertragen. Dieſe molekularen Bewegungserſcheinungen des Protoplasma, welche die Lebenserſcheinungen hervorrufen und als die wahre Urſache derſelben wirken, ſind aber bei allen lebenden Individuen mehr oder weniger verſchieden; ſie ſind unendlich mannichfaltig.

Andererſeits iſt die Anpaſſung oder Abänderung lediglich die Folge der materiellen Einwirkungen, welche die Materie des Organismus durch die denſelben umgebende Materie erfährt, in der weiteſten Bedeutung des Wortes durch die Lebensbedingungen. Die äußeren Einwirkungen der letzteren werden vermittelt durch die molekularen Ernährungsvorgänge in den einzelnen Körpertheilen. Bei jedem Anpaſſungsakte wird im ganzen Individuum oder in einem Theile deſſelben die individuelle, jedem Theile eigenthümliche Molekularbewegung des Protoplasma durch mechaniſche, durch phyſikaliſche oder chemiſche Einwirkungen anderer Körper geſtört und verändert. Es werden alſo die angeborenen, ererbten Lebensbewegungen des Plasma, die molekularen Bewegungserſcheinungen der kleinſten eiweißartigen Körpertheilchen dadurch mehr oder weniger modificirt. Die Erſcheinung der Anpaſſung oder Abänderung beruht mithin auf der materiellen Einwirkung, welche der Organismus durch ſeine Umgebung oder ſeine Exiſtenzbedingungen erleidet, während die Vererbung in der theilweiſen Identität des zeugenden und des erzeugten Organismus begründet iſt. Das ſind die eigentlichen, einfachen, mechaniſchen Grundlagen des künſtlichen Züchtungsprozeſſes.

Darwin frug ſich nun: Kommt ein ähnlicher Züchtungsprozeß in der Natur vor, und giebt es in der Natur Kräfte, welche die Thätigkeit des Menſchen bei der künſtlichen Züchtung erſetzen können? Giebt es ein natürliches Verhältniß unter den wilden Thieren und Pflanzen, welches züchtend wirken kann, welches ausleſend wirkt in ähnlicher Weiſe, wie bei der künſtlichen Zuchtwahl oder Züchtung der planmäßige Wille des Menſchen eine Auswahl übt? Auf die Entdeckung eines ſolchen Verhältniſſes kam hier alles an und ſie gelang Darwin in ſo befriedigender Weiſe, daß wir eben deshalb ſeine Züchtungslehre oder Selectionstheorie als vollkommen ausreichend betrachten, um die Entſtehung der wilden Thier- und Pflanzenarten mechaniſch zu erklären. Dasjenige Verhältniß, welches im freien Naturzuſtande züchtend und umbildend auf die Formen der Thiere und

Pflanzen einwirkt, bezeichnet Darwin mit dem Ausdruck: „Kampf um's Daſein" (Struggle for life).

Der „Kampf um's Daſein" iſt raſch ein Stichwort des Tages geworden. Trotzdem iſt dieſe Bezeichnung vielleicht in mancher Beziehung nicht ganz glücklich gewählt, und würde wohl ſchärfer gefaßt werden können als „Mitbewerbung um die nothwendigen Exiſtenzbedürfniſſe". Man hat nämlich unter dem „Kampfe um das Daſein" manche Verhältniſſe begriffen, die eigentlich im ſtrengen Sinne nicht hierher gehören. Zu der Idee des „Struggle for life" gelangte Darwin, wie aus dem im letzten Vortrage mitgetheilten Briefe erſichtlich iſt, durch das Studium des Buches von Malthus „über die Bedingungen und die Folgen der Volksvermehrung". In dieſem wichtigen Werke wurde der Beweis geführt, daß die Zahl der Menſchen im Ganzen durchſchnittlich in geometriſcher Progreſſion wächſt, während die Menge ihrer Nahrungsmittel nur in arithmetiſcher Progreſſion zunimmt. Aus dieſem Mißverhältniſſe entſpringen eine Maſſe von Uebelſtänden in der menſchlichen Geſellſchaft, welche einen beſtändigen Wettkampf der Menſchen um die Erlangung der nothwendigen, aber nicht für Alle ausreichenden Unterhaltsmittel veranlaſſen.

Darwin's Theorie vom Kampfe um das Daſein iſt gewiſſermaßen eine allgemeine Anwendung der Bevölkerungstheorie von Malthus auf die Geſammtheit der organiſchen Natur. Sie geht von der Erwägung aus, daß die Zahl der möglichen organiſchen Individuen, welche aus den erzeugten Keimen hervorgehen könnten, viel größer iſt, als die Zahl der wirklichen Individuen, welche thatſächlich gleichzeitig auf der Erdoberfläche leben. Die Zahl der möglichen oder potentiellen Individuen wird uns gegeben durch die Zahl der Eier und der ungeſchlechtlichen Keime, welche die Organismen erzeugen. Die Zahl dieſer Keime, aus deren jedem unter günſtigen Verhältniſſen ein Individuum entſtehen könnte, iſt ſehr viel größer, als die Zahl der wirklichen oder aktuellen Individuen, d. h. derjenigen, welche wirklich aus dieſen Keimen entſtehen, zum Leben

gelangen und ſich fortpflanzen. Die bei weitem größte Zahl aller Keime geht in der früheſten Lebenszeit zu Grunde, und es ſind immer nur einzelne bevorzugte Organismen, welche ſich ausbilden können, welche namentlich die erſte Jugendzeit glücklich überſtehen und ſchließlich zur Fortpflanzung gelangen. Dieſe wichtige Thatſache wird einfach bewieſen durch die Vergleichung der Eierzahl bei den einzelnen Arten mit der Zahl der Individuen, die von dieſen Arten exiſtiren. Dieſe Zahlenverhältniſſe zeigen die auffallendſten Widerſprüche. Es giebt z. B. Hühnerarten, welche ſehr zahlreiche Eier legen, und die dennoch zu den ſeltenſten Vögeln gehören; und derjenige Vogel, der der gemeinſte von allen ſein ſoll, der Eisſturmvogel (Procellaria glacialis), legt nur ein einziges Ei. Ebenſo iſt das Verhältniß bei anderen Thieren. Es giebt viele, ſehr ſeltene, wirbelloſe Thiere, welche eine ungeheure Maſſe von Eiern legen; und wieder andere, die nur ſehr wenige Eier produciren und doch zu den gemeinſten Thieren gehören. Denken Sie z. B. an das Verhältniß, welches ſich bei den menſchlichen Bandwürmern findet. Jeder Bandwurm erzeugt binnen kurzer Zeit Millionen von Eiern, während der Menſch, der den Bandwurm beherbergt, eine viel geringere Zahl Eier in ſich bildet; und dennoch iſt glücklicher Weiſe die Zahl der Bandwürmer viel geringer, als die der Menſchen. Ebenſo ſind unter den Pflanzen viele prachtvolle Orchideen, die Tauſende von Samen erzeugen, ſehr ſelten, und einige aſterähnliche Pflanzen (Compoſiten), die nur wenige Samen bilden, äußerſt gemein.

Dieſe wichtige Thatſache ließe ſich noch durch eine ungeheure Maſſe anderer Beiſpiele erläutern. Es bedingt alſo offenbar nicht die Zahl der wirklich vorhandenen Keime die Zahl der ſpäter in's Leben tretenden und ſich am Leben erhaltenden Individuen, ſondern es iſt vielmehr die Zahl dieſer letzteren durch ganz andere Verhältniſſe bedingt, zumal durch die Wechſelbeziehungen, in denen ſich der Organismus zu ſeiner organiſchen, wie anorganiſchen Umgebung befindet. Jeder Organismus kämpft von Anbeginn ſeiner Exiſtenz an mit einer Anzahl von feindlichen Einflüſſen, er kämpft mit Thieren, welche von

diesem Organismus leben, denen er als natürliche Nahrung dient, mit Raubthieren und mit Schmarotzerthieren; er kämpft mit anorganischen Einflüssen der verschiedensten Art, mit Temperatur, Witterung und anderen Umständen; er kämpft aber (und das ist viel wichtiger!), vor allem mit den ihm ähnlichsten, gleichartigen Organismen. Jedes Individuum einer jeden Thier- und Pflanzenart ist im heftigsten Wettstreit mit den anderen Individuen derselben Art begriffen, die mit ihm an demselben Orte leben. Die Mittel zum Lebensunterhalt sind in der Oekonomie der Natur nirgends in Fülle ausgestreut, vielmehr im Ganzen sehr beschränkt, und nicht entfernt für die Masse von Individuen ausreichend, die sich aus den Keimen entwickeln könnte. Daher müssen bei den meisten Thier- und Pflanzenarten die jugendlichen Individuen es sich sehr sauer werden lassen, um zu den nöthigen Mitteln des Lebensunterhaltes zu gelangen; nothwendiger Weise entwickelt sich daraus ein Wettkampf zwischen denselben um die Erlangung dieser unentbehrlichen Existenzbedingungen.

Dieser große Wettkampf um die Lebensbedürfnisse findet überall und jederzeit statt, ebenso bei den Menschen und Thieren, wie bei den Pflanzen, bei welchen auf den ersten Blick dies Verhältniß nicht so klar am Tage zu liegen scheint. Wenn Sie ein Feld betrachten, welches sehr reichlich mit Weizen besäet ist, so kann von den zahlreichen jungen Weizenpflanzen (vielleicht von einigen Tausenden), die auf einem ganz beschränkten Raume emporkeimen, nur ein ganz kleiner Bruchtheil sich am Leben erhalten. Es findet da ein Wettkampf statt um den Bodenraum, den jede Pflanze braucht, um ihre Wurzel zu befestigen, ein Wettkampf um Sonnenlicht und Feuchtigkeit. Und ebenso finden Sie bei jeder Thierart, daß alle Individuen einer und derselben Art mit einander streiten um die Erlangung der unentbehrlichen Lebensmittel, der Existenzbedingungen im weiteren Sinne des Worts. Allen sind sie gleich unentbehrlich; aber nur wenigen werden sie wirklich zu Theil. Alle sind berufen; aber wenige sind auserwählt! Die Thatsache des großen Wettkampfes ist ganz allgemein. Sie brauchen bloß Ihren Blick auf die menschliche Gesellschaft zu len-

ken, in der ja überall, in allen verſchiedenen Fächern der menſchlichen Thätigkeit, dieſer Wettkampf ebenfalls exiſtirt. Auch hier werden die Verhältniſſe des Wettkampfes weſentlich durch die freie Konkurrenz der verſchiedenen Arbeiter einer und derſelben Klaſſe beſtimmt. Auch hier, wie überall, ſchlägt dieſer Wettkampf zum Vortheil der Sache aus, zum Vortheil der Arbeit, welche der Gegenſtand der Konkurrenz iſt. Je größer und allgemeiner der Wettkampf oder die Konkurrenz, deſto ſchneller häufen ſich die Verbeſſerungen und Erfindungen auf dieſem Arbeitsgebiete, deſto mehr vervollkommnen ſich die Arbeiter.

Nun iſt offenbar die Stellung der verſchiedenen Individuen in dieſem Kampfe um das Daſein ganz ungleich. Ausgehend wieder von der thatſächlichen Ungleichheit der Individuen, müſſen wir überall nothwendig annehmen, daß nicht alle Individuen einer und derſelben Art gleich günſtige Ausſichten haben. Schon von vornherein ſind dieſelben durch ihre verſchiedenen Kräfte und Fähigkeiten verſchieden im Wettkampfe geſtellt, abgeſehen davon, daß die Exiſtenzbedingungen an jedem Punkt der Erdoberfläche verſchieden ſind und verſchieden einwirken. Offenbar waltet hier ein unendlich verwickeltes Getriebe von Einwirkungen, die im Vereine mit der urſprünglichen Ungleichheit der Individuen während des beſtehenden Wettkampfes um die Erlangung der Exiſtenzbedingungen einzelne Individuen bevorzugen, andere benachtheiligen. Die bevorzugten Individuen werden über die anderen den Sieg erlangen, und während die letzteren in mehr oder weniger früher Zeit zu Grunde gehen, ohne Nachkommen zu hinterlaſſen, werden die erſteren allein jene überleben können und ſchließlich zur Fortpflanzung gelangen. Indem alſo vorausſichtlich oder doch vorwiegend die im Kampfe um das Daſein begünſtigten Einzelweſen zur Fortpflanzung gelangen, werden wir (ſchon allein in Folge dieſes Verhältniſſes) in der nächſten Generation, die von dieſer erzeugt wird, Unterſchiede von der vorhergehenden wahrnehmen. Es werden ſchon die Individuen dieſer zweiten Generation, wenn auch nicht alle, doch zum Theile, durch Vererbung den individuellen Vortheil überkommen

haben, durch welchen ihre Eltern über deren Nebenbuhler den Sieg davon trugen.

Nun wird aber — und das iſt ein ſehr wichtiges Vererbungsgeſetz — wenn eine Reihe von Generationen hindurch eine ſolche Uebertragung eines günſtigen Charakters ſtattfindet, derſelbe nicht einfach in der urſprünglichen Weiſe übertragen, ſondern er wird fortwährend gehäuft und geſtärkt, und er gelangt ſchließlich in einer ſpäteren Generation zu einer Stärke, welche dieſe Generation ſchon ſehr weſentlich von der urſprünglichen Stammform unterſcheidet. Laſſen Sie uns zum Beiſpiel eine Anzahl von Pflanzen einer und derſelben Art betrachten, die an einem ſehr trocknen Standort zuſammenwachſen. Da die Haare der Blätter für die Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft ſehr nützlich ſind, und da die Behaarung der Blätter ſehr veränderlich iſt, ſo werden an dieſem ungünſtigen Standorte, wo die Pflanzen direkt mit dem Mangel an Waſſer kämpfen und dann noch einen Wettkampf unter einander um die Erlangung des Waſſers beſtehen, die Individuen mit den dichteſt behaarten Blättern bevorzugt ſein. Dieſe werden allein aushalten, während die anderen, mit kahleren Blättern, zu Grunde gehen; die behaarteren werden ſich fortpflanzen und die Abkömmlinge derſelben werden ſich durchſchnittlich durch dichte und ſtarke Behaarung mehr auszeichnen, als es bei den Individuen der erſten Generation der Fall war. Geht dieſer Prozeß an einem und demſelben Orte mehrere Generationen fort, ſo entſteht ſchließlich eine ſolche Häufung des Charakters, eine ſolche Vermehrung der Haare auf der Blattoberfläche, daß eine ganz neue Art vorzuliegen ſcheint. Dabei iſt zu berückſichtigen, daß in Folge der Wechſelbeziehungen aller Theile jedes Organismus zu einander in der Regel nicht ein einzelner Theil ſich verändern kann, ohne zugleich Aenderungen in anderen Theilen nach ſich zu ziehen. Wenn alſo im letzten Beiſpiel die Zahl der Haare auf den Blättern bedeutend zunimmt, ſo wird dadurch anderen Theilen eine gewiſſe Menge von Nahrungsmaterial entzogen; das Material, welches zur Blüthenbildung oder Samenbildung verwendet werden könnte, wird verringert, und es wird

dann die geringere Größe der Blüthe oder des Samens die mittelbare oder indirekte Folge des Kampfes um's Daſein werden, welcher zunächſt nur eine Veränderung der Blätter bewirkte. Der Kampf um das Daſein wirkt alſo in dieſem Falle züchtend und umbildend. Das Ringen der verſchiedenen Individuen um die Erlangung der nothwendigen Exiſtenzbedingungen, oder im weiteſten Sinne gefaßt, die Wechſelbeziehungen der Organismen zu ihrer geſammten Umgebung, bewirken Formveränderungen, wie ſie im Kulturzuſtande durch die Thätigkeit des züchtenden Menſchen hervorgebracht werden.

Auf den erſten Blick wird Ihnen dieſer Gedanke vielleicht ſehr unbedeutend und kleinlich erſcheinen, und Sie werden nicht geneigt ſein, der Thätigkeit jenes Verhältniſſes ein ſolches Gewicht einzuräumen, wie daſſelbe in der That beſitzt. Ich muß mir daher vorbehalten, in einem ſpäteren Vortrage an weiteren Beiſpielen das ungeheuer weit reichende Umgeſtaltungsvermögen der natürlichen Züchtung Ihnen vor Augen zu führen. Vorläufig beſchränke ich mich darauf, nochmals die beiden Vorgänge der künſtlichen und natürlichen Züchtung neben einander zu ſtellen und Uebereinſtimmung und Unterſchied in beiden Züchtungsprozeſſen ſcharf gegen einander zu halten.

Natürliche ſowohl, als künſtliche Züchtung ſind ganz einfache, natürliche, mechaniſche Lebensverhältniſſe, welche auf der *Wechſelwirkung* zweier phyſiologiſcher Funktionen beruhen, nämlich der *Anpaſſung* und der *Vererbung*, Funktionen, die als ſolche wieder auf phyſikaliſche und chemiſche Eigenſchaften der organiſchen Materie zurückzuführen ſind. Ein Unterſchied beider Züchtungsformen beſteht darin, daß bei der künſtlichen Züchtung der Wille des Menſchen *planmäßig* die Auswahl oder Ausleſe betreibt, während bei der natürlichen Züchtung der Kampf um das Daſein (jenes allgemeine Wechſelverhältniß der Organismen) *planlos* wirkt, aber übrigens ganz daſſelbe Reſultat erzeugt, nämlich eine Auswahl oder Selection beſonders gearteter Individuen zur Nachzucht. Die Veränderungen, welche durch die Züchtung hervorgebracht werden, ſchlagen bei der künſtlichen Züchtung zum Vortheil des *züchtenden Menſchen* aus,

bei der natürlichen Züchtung dagegen zum Vortheil des gezüchteten Organismus ſelbſt, wie es in der Natur der Sache liegt.

Das ſind die weſentlichſten Unterſchiede und Uebereinſtimmungen zwiſchen beiderlei Züchtungsarten. Es iſt dann aber ferner noch zu berückſichtigen, daß ein weiterer Unterſchied in der Zeitdauer beſteht, welche für den Züchtungsprozeß in beiderlei Arten erforderlich iſt. Der Menſch vermag bei der künſtlichen Zuchtwahl in viel kürzerer Zeit ſehr bedeutende Veränderungen hervorzubringen, während bei der natürlichen Zuchtwahl Aehnliches erſt in viel längerer Zeit zu Stande gebracht wird. Das beruht darauf, daß der Menſch die Auslеſe viel ſorgfältiger betreiben kann. Der Menſch kann unter einer großen Anzahl von Individuen mit der größten Sorgfalt Einzelne herausleſen, die übrigen ganz fallen laſſen, und bloß die Bevorzugten zur Fortpflanzung verwenden, während das bei der natürlichen Zuchtwahl nicht der Fall iſt. Da werden ſich neben den bevorzugten, zuerſt zur Fortpflanzung gelangenden Individuen, auch noch Einzelne oder Viele von den übrigen, weniger ausgezeichneten Individuen, neben den erſteren fortpflanzen. Ferner iſt der Menſch im Stande, die Kreuzung zwiſchen der urſprünglichen und der neuen Form zu verhüten, die bei der natürlichen Züchtung oft nicht zu vermeiden iſt. Wenn aber eine ſolche Kreuzung, d. h. eine geſchlechtliche Verbindung der neuen Abart mit der urſprünglichen Stammform ſtattfindet, ſo ſchlägt die dadurch erzeugte Nachkommenſchaft leicht in die letztere zurück. Bei der natürlichen Züchtung kann eine ſolche Kreuzung nur dann ſicher vermieden werden, wenn die neue Abart ſich durch Wanderung von der alten Stammform abſondert und iſolirt.

Die natürliche Züchtung wirkt daher ſehr viel langſamer; ſie erfordert viel längere Zeiträume, als der künſtliche Züchtungsprozeß. Aber eine weſentliche Folge dieſes Unterſchiedes iſt, daß dann auch das Produkt der künſtlichen Zuchtwahl viel leichter wieder verſchwindet, und die neu erzeugte Form in die ältere zurückſchlägt, während das bei der natürlichen Züchtung nicht der Fall iſt. Die neuen Arten oder Species, welche aus der natürlichen Züchtung entſtehen, erhalten

sich viel konstanter, schlagen viel weniger leicht in die Stammform zurück, als es bei den künstlichen Züchtungsprodukten der Fall ist, und sie erhalten sich auch demgemäß eine viel längere Zeit hindurch beständig, als die künstlichen Rassen, die der Mensch erzeugt. Aber das sind nur untergeordnete Unterschiede, die sich durch die verschiedenen Bedingungen der natürlichen und der künstlichen Auslese erklären, und die auch wesentlich nur die Zeitdauer betreffen. Das Wesen der Formveränderung, und die Mittel, durch welche sie erzeugt wird, sind bei der künstlichen und natürlichen Züchtung ganz dieselben. (Gen. Morph. II, 248.)

Die gedankenlosen und beschränkten Gegner Darwin's werden nicht müde zu behaupten, daß seine Selectionstheorie eine bodenlose Vermuthung, oder wenigstens eine Hypothese sei, welche erst bewiesen werden müsse. Daß diese Behauptung vollkommen unbegründet ist, können Sie schon aus den so eben erörterten Grundzügen der Züchtungslehre selbst entnehmen. Darwin nimmt als wirkende Ursachen für die Umbildung der organischen Gestalten keinerlei unbekannte Naturkräfte oder hypothetische Verhältnisse an, sondern einzig und allein die allgemein bekannten Lebensthätigkeiten aller Organismen, welche wir als Vererbung und Anpassung bezeichnen. Jeder physiologisch gebildete Naturforscher weiß, daß diese beiden Funktionen unmittelbar mit den Thätigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung zusammenhängen, und gleich allen anderen Lebenserscheinungen mechanische Naturprozesse sind, d. h. auf molekularen Bewegungserscheinungen der organischen Materie beruhen. Daß die Wechselwirkung dieser beiden Funktionen an einer beständigen langsamen Umbildung der organischen Formen arbeitet, und daß diese zur Entstehung neuer Arten führt, wird mit Nothwendigkeit durch den Kampf um's Dasein bedingt. Dieser ist aber ebenso wenig ein hypothetisches oder des Beweises bedürftiges Verhältniß, als jene Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung. Vielmehr ist der Kampf um's Dasein eine mathematische Nothwendigkeit, welche aus dem Mißverhältniß zwischen der beschränkten Zahl der Stellen im Naturhaushalt und der übermäßigen

Zahl der organischen Keime entspringt. Durch die aktiven und passiven Wanderungen der Thiere und Pflanzen, welche überall und zu jeder Zeit stattfinden, wird außerdem noch die Entstehung neuer Arten in hohem Maße begünstigt, ohne daß dieselben jedoch als ein nothwendiger Faktor für den Prozeß der natürlichen Züchtung anzusehen wären. Die Entstehung neuer Species durch die natürliche Züchtung, oder was dasselbe ist, durch die Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung im Kampfe um's Dasein, ist mithin eine mathematische Naturnothwendigkeit, welche keines weiteren Beweises bedarf. Wer auch bei dem gegenwärtigen Zustande unseres Wissens immer noch nach Beweisen für die Selectionstheorie verlangt, der beweist dadurch nur, daß er entweder dieselbe nicht vollständig versteht, oder mit den biologischen Thatsachen, mit dem empirischen Wissensschatz der Anthropologie, Zoologie und Botanik nicht hinreichend vertraut ist.

Wenn die natürliche Züchtung, wie wir behaupten, die große bewirkende Ursache ist, welche die wundervolle Mannichfaltigkeit des organischen Lebens auf der Erde hervorgebracht hat, so müssen auch die interessanten Erscheinungen des Menschenlebens zum größten Theile aus derselben Ursache erklärbar sein. Denn der Mensch ist ja nur ein höher entwickeltes Wirbelthier, und alle Seiten des Menschenlebens finden ihre Parallelen, oder richtiger ihre niederen Entwickelungszustände, im Thierreiche vorgebildet. Die ganze Völkergeschichte oder die sogenannte „Weltgeschichte" muß dann größtentheils durch „natürliche Züchtung" erklärbar sein, muß ein physikalisch-chemischer Prozeß sein, der auf der Wechselwirkung der Anpassung und Vererbung in dem Kampfe der Menschen um's Dasein beruht. Und das ist in der That der Fall. Wir werden später noch die Beweise dafür beibringen. Hier erscheint es jedoch von Interesse, hervorzuheben, daß nicht nur die natürliche, sondern auch die künstliche Züchtung vielfach in der Weltgeschichte wirksam ist.

Ein ausgezeichnetes Beispiel von künstlicher Züchtung der Menschen in großem Maßstabe liefern die alten Spartaner, bei

denen auf Grund eines besonderen Gesetzes schon die neugeborenen Kinder einer sorgfältigen Musterung und Auslese unterworfen werden mußten. Alle schwächlichen, kränklichen oder mit irgend einem körperlichen Gebrechen behafteten Kinder wurden getödtet. Nur die vollkommen gesunden und kräftigen Kinder durften am Leben bleiben und sie allein gelangten später zur Fortpflanzung. Dadurch wurde die spartanische Rasse nicht allein beständig in auserlesener Kraft und Tüchtigkeit erhalten, sondern mit jeder Generation wurde ihre körperliche Vollkommenheit gesteigert. Gewiß verdankt das Volk von Sparta dieser künstlichen Auslese oder Züchtung zum großen Theil den seltenen Grad von männlicher Kraft und rauher Heldentugend, durch die es in der alten Geschichte hervorragt.

Auch manche Stämme unter den rothen Indianern Nordamerika's, die gegenwärtig im Kampfe um's Dasein den übermächtigen Eindringlingen der weißen Rasse trotz der tapfersten Gegenwehr erliegen, verdanken ihren besonderen Grad von Körperstärke und kriegerischer Tapferkeit einer ähnlichen sorgfältigen Auslese der neugebornen Kinder. Auch hier werden alle schwachen oder mit irgend einem Fehler behafteten Kinder sofort getödtet und nur die vollkommen kräftigen Individuen bleiben am Leben und pflanzen die Rasse fort. Daß durch diese künstliche Züchtung die Rasse im Laufe zahlreicher Generationen bedeutend gekräftigt wird, ist an sich nicht zu bezweifeln und wird durch viele bekannte Thatsachen genügend bewiesen.

Das Gegentheil von der künstlichen Züchtung der wilden Rothhäute und der alten Spartaner bildet die individuelle Auslese, welche in unseren modernen Militärstaaten allgemein behufs Erhaltung der stehenden Heere ausgeübt wird, und welche wir ganz passend unter dem Namen der militärischen Züchtung als eine besondere Form der Zuchtwahl betrachten können. Bekanntlich tritt gerade in der neuesten Zeit das moderne Soldatenthum mehr als je in den Vordergrund des sogenannten „Kulturlebens"; die ganze Kraft und der ganze Reichthum blühender Kulturstaaten wird für seine Ausbildung verwendet. Die Jugenderziehung dagegen und der öffentliche Unterricht,

die tiefen Grundlagen der wahren Volkswohlfahrt und der humanen Veredelung, werden in der bedauerlichsten Weise vernachlässigt und zum großen Theile Priestern überlassen, welche statt der wahren Natur-Erkenntniß den blinden Aberglauben zur Grundlage der sogenannten „Bildung" machen. Und das geschieht in Staaten, welche sich einbilden, die bevorzugten Träger der höchsten menschlichen Intelligenz zu sein und an der Spitze der Civilisation zu stehen! Um das stehende Heer möglichst zu vergrößern, werden jährlich alle gesunden und starken jungen Männer durch strenge Rekrutirung ausgelesen. Je kräftiger, gesunder, normaler der Jüngling ist, desto größer ist für ihn die Aussicht, durch Zündnadeln, gezogene Kanonen und andere dergleichen Kulturinstrumente getödtet zu werden. Alle kranken, schwächlichen oder mit Gebrechen behafteten Jünglinge dagegen werden von der „militärischen Selection" verschont, bleiben während des Krieges zu Hause, heirathen und pflanzen sich fort. Je untauglicher, schwächer und verkümmerter der Jüngling ist, desto größere Aussicht hat er, der Rekrutirung zu entgehen und eine Familie zu gründen. Während die kräftige Blüthe der Jugend auf dem Schlachtfelde verblutet, genießt inzwischen der untaugliche Ausschuß die Genugthuung, sich fortzupflanzen und alle seine Schwächen und Gebrechen auf die Nachkommenschaft zu vererben. Nach den Vererbungsgesetzen muß aber nothwendig in Folge dessen bei jeder folgenden Generation nicht allein eine weitere Verbreitung, sondern auch eine tiefere Ausbildung des körperlichen und des davon untrennbaren geistigen Schwächezustandes eintreten. Durch diese und durch andere Formen der künstlichen Züchtung in unseren Kulturstaaten erklärt sich hinreichend die traurige Thatsache, daß in Wirklichkeit die Körperschwäche und Charakterschwäche unserer Kulturnationen in beständiger Zunahme begriffen ist, und mit dem starken, gesunden Körper auch der freie, unabhängige Geist immer seltener wird.

Zu der zunehmenden Entkräftung der modernen Kulturvölker, welche eine nothwendige Folge der militärischen Zuchtwahl ist, gesellt sich ferner der andere Uebelstand, daß die vervollkommnete Heil-

kunde der Neuzeit, obwohl immer noch wenig im Stande, Krankheiten wirklich zu heilen, doch mehr als früher die Kunst besitzt und übt, schleichende, chronische Krankheiten auf lange Jahre hinauszuziehen. Gerade solche verheerende Uebel, wie Schwindsucht, Skrophelkrankheit, Syphilis, ferner viele Formen der Geisteskrankheiten, sind in besonderem Maße erblich und werden von den siechen Eltern auf einen Theil ihrer Kinder oder gar auf die ganze Nachkommenschaft übertragen. Je länger nun die kranken Eltern mit Hülfe der ärztlichen Kunst ihre sieche Existenz hinausziehen, desto zahlreichere Nachkommenschaft kann von ihnen die unheilbaren Uebel erben, desto mehr Individuen werden dann auch wieder in der folgenden Generation, Dank jener künstlichen „medicinischen Züchtung", von ihren Eltern mit dem schleichenden Erbübel angesteckt.

Wenn Jemand den Vorschlag wagen wollte, nach dem Beispiele der Spartaner und der Rothhäute die elenden und gebrechlichen Kinder, denen mit Sicherheit ein sieches Leben prophezeit werden kann, gleich nach der Geburt zu tödten, statt sie zu ihrem eigenen und zum Schaden der Gesammtheit am Leben zu erhalten, so würde unsere sogenannte „humane Civilisation" in einen Schrei der Entrüstung ausbrechen. Aber dieselbe „humane Civilisation" findet es ganz in der Ordnung und fügt sich ohne Murren darein, daß bei jedem ausbrechenden Kriege Hunderte und Tausende der besten jugendkräftigsten Männer dem Hazardspiel der Schlachten geopfert werden. Dieselbe „humane Civilisation" preist gegenwärtig die Abschaffung der Todesstrafe als eine „liberale Maßregel"! Und doch ist die Todesstrafe für die große Menge der unverbesserlichen Verbrecher und Taugenichtse nicht nur die gerechte Vergeltung, sondern auch eine große Wohlthat für den besseren Theil der Menschheit; dieselbe Wohlthat, welche für das Gedeihen eines wohl kultivirten Gartens die Ausrottung des wuchernden Unkrauts ist. Wie durch sorgfältiges Ausjäten des Unkrauts nur Licht, Luft und Bodenraum für die edlen Nutzpflanzen gewonnen wird, so würde durch unnachsichtliche Ausrottung aller unverbesserlichen Verbrecher nicht allein dem besseren

Theile der Menschheit der „Kampf um's Dasein" erleichtert, sondern auch ein vortheilhafter künstlicher Züchtungs-Prozeß ausgeübt, indem jenem entarteten Auswurfe der Menschheit die Möglichkeit benommen würde, seine verderblichen Eigenschaften durch Vererbung zu übertragen.

Gegen den verderblichen Einfluß der künstlichen militärischen und medicinischen Züchtung finden wir glücklicher Weise ein heilsames Gegengewicht in dem überall waltenden und unüberwindlichen Einflusse der viel stärkeren natürlichen Züchtung. Denn auch dieser ist überall im Menschenleben, wie im Thier- und Pflanzenleben, das wichtigste umgestaltende Prinzip und der kräftigste Hebel des Fortschritts und der Vervollkommnung. Der Kampf um's Dasein oder die „Konkurrenz" bringt es mit sich, daß im Großen und Ganzen der Bessere, weil der Vollkommnere, über den Schwächeren und Unvollkommneren siegt. Im Menschenleben aber wird dieser Kampf um's Dasein immer mehr zu einem Kampfe des Geistes werden, nicht zu einem Kampfe der Mordwaffen. Dasjenige Organ, welches beim Menschen vor allen anderen durch den veredelnden Einfluß der natürlichen Zuchtwahl vervollkommnet wird, ist das Gehirn. Der Mensch mit dem vollkommensten Verstande, nicht der Mensch mit dem besten Revolver, wird im Großen und Ganzen Sieger bleiben; er wird auf seine Nachkommen die Eigenschaften des Gehirns, die ihm zum Sieg verholfen hatten, vererben. So dürfen wir denn mit Fug und Recht hoffen, daß trotz aller Anstrengungen der rückwärts strebenden Gewalten der Fortschritt des Menschengeschlechts zur Freiheit, und dadurch zur möglichsten Vervollkommnung, unter dem segensreichen Einflusse der natürlichen Züchtung immer mehr und mehr zur Wahrheit werden wird.

# Achter Vortrag.

## Vererbung und Fortpflanzung.

---

**Allgemeinheit der Erblichkeit und der Vererbung. Auffallende besondere Aeußerungen derselben. Menschen mit vier, sechs oder sieben Fingern und Zehen. Stachelschweinmenschen. Vererbung von Krankheiten, namentlich von Geisteskrankheiten. Erbsünde. Erbliche Monarchie. Erbadel. Erbliche Talente und Seeleneigenschaften. Materielle Ursachen der Vererbung. Zusammenhang der Vererbung mit der Fortpflanzung. Urzeugung und Fortpflanzung. Ungeschlechtliche oder monogone Fortpflanzung. Fortpflanzung durch Selbsttheilung. Moneren und Amoeben. Fortpflanzung durch Knospenbildung, durch Keimknospenbildung und durch Keimzellenbildung. Geschlechtliche oder amphigone Fortpflanzung. Zwitterbildung oder Hermaphroditismus. Geschlechtstrennung oder Gonochorismus. Jungfräuliche Zeugung oder Parthenogenesis. Materielle Uebertragung der Eigenschaften beider Eltern auf das Kind bei der geschlechtlichen Fortpflanzung. Unterschied der Vererbung bei der geschlechtlichen und bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung.**

Meine Herren! Als die formbildende Naturkraft, welche die verschiedenen Gestalten der Thier- und Pflanzenarten erzeugt, haben Sie in dem letzten Vortrage nach Darwin's Theorie die natürliche Züchtung kennen gelernt. Wir verstanden unter diesem Ausdruck die allgemeine Wechselwirkung, welche im Kampfe um das Dasein zwischen der Erblichkeit und der Veränderlichkeit der Organismen stattfindet; zwischen zwei physiologischen Funktionen, welche allen Thieren und Pflanzen eigenthümlich sind, und welche sich auf andere Lebensthätigkeiten, auf die Funktionen der Fortpflanzung und Ernährung zurückführen lassen. Alle die verschiede-

nen Formen der Organismen, welche man gewöhnlich geneigt ist als Produkte einer zweckmäßig thätigen Schöpferkraft anzusehen, konnten wir nach jener Züchtungstheorie auffassen als die nothwendigen Produkte der zwecklos wirkenden natürlichen Züchtung, der unbewußten Wechselwirkung zwischen jenen beiden Eigenschaften der Veränderlichkeit und der Erblichkeit. Bei der außerordentlichen Wichtigkeit, welche diesen Lebenseigenschaften der Organismen demgemäß zukommt, müssen wir zunächst dieselben etwas näher in das Auge fassen, und wir wollen uns heute mit der Vererbung beschäftigen (Gen. Morph. II, 170—191).

Genau genommen müssen wir unterscheiden zwischen der Erblichkeit und der Vererbung. Die Erblichkeit ist die Vererbungskraft, die Fähigkeit der Organismen, ihre Eigenschaften auf ihre Nachkommen durch die Fortpflanzung zu übertragen. Die Vererbung oder Heredität dagegen bezeichnet die wirkliche Ausübung dieser Fähigkeit, die thatsächlich stattfindende Uebertragung.

Erblichkeit und Vererbung sind so allgemeine, alltägliche Erscheinungen, daß die meisten Menschen dieselben überhaupt nicht beachten, und daß die wenigsten geneigt sind, besondere Reflexionen über den Werth und die Bedeutung dieser Lebenserscheinungen anzustellen. Man findet es allgemein ganz natürlich und selbstverständlich, daß jeder Organismus seines Gleichen erzeugt, und daß die Kinder den Eltern im Ganzen wie im Einzelnen ähnlich sind. Gewöhnlich pflegt man die Erblichkeit nur in jenen Fällen hervorzuheben und zu besprechen, wo sie eine besondere Eigenthümlichkeit betrifft, die an einem menschlichen Individuum, ohne ererbt zu sein, zum ersten Male auftrat und von diesem auf seine Nachkommen übertragen wurde. In besonders auffallendem Grade zeigt sich so die Vererbung bei bestimmten Krankheiten und bei ganz ungewöhnlichen und unregelmäßigen (monströsen) Abweichungen von der gewöhnlichen Körperbildung.

Unter diesen Fällen von Vererbung monströser Abänderungen sind besonders lehrreich diejenigen, welche eine abnorme Vermehrung

oder Verminderung der Fünfzahl der menſchlichen Finger und Zehen betreffen. Es kommen nicht ſelten menſchliche Familien vor, in denen mehrere Generationen hindurch ſechs Finger an jeder Hand oder ſechs Zehen an jedem Fuße beobachtet werden. Seltener ſind Beiſpiele von Siebenzahl oder von Vierzahl der Finger und Zehen. Die ungewöhnliche Bildung geht immer zuerſt von einem einzigen Individuum aus, welches aus unbekannten Urſachen mit einem Ueberſchuß über die gewöhnliche Fünfzahl der Finger und Zehen geboren wird und dieſen durch Vererbung auf einen Theil ſeiner Nachkommen überträgt. In einer und derſelben Familie kann man die Sechszahl der Finger und Zehen nun drei, vier und mehr Generationen hindurch verfolgen. In einer ſpaniſchen Familie waren nicht weniger als vierzig Individuen durch dieſe Ueberzahl ausgezeichnet. In allen Fällen iſt die Vererbung der ſechſten überzähligen Zehe oder des ſechſten Fingers nicht bleibend und durchgreifend, weil die ſechsfingerigen Menſchen ſich immer wieder mit fünffingerigen vermiſchen. Würde eine ſechsfingerige Familie ſich in reiner Inzucht fortpflanzen, würden ſechsfingerige Männer immer nur ſechsfingerige Frauen heirathen, ſo würde durch Fixirung dieſes Charakters eine beſondere ſechsfingerige Menſchenart entſtehen. Da aber die ſechsfingerigen Männer immer fünffingerige Frauen heirathen, und umgekehrt, ſo zeigt ihre Nachkommenſchaft meiſtens ſehr gemiſchte Zahlenverhältniſſe und ſchlägt ſchließlich nach Verlauf einiger Generationen wieder in die normale Fünfzahl zurück. So können z. B. von 8 Kindern eines ſechsfingerigen Vaters und einer fünffingerigen Mutter 2 Kinder an allen Händen und Füßen 6 Finger und 6 Zehen haben, 4 Kinder gemiſchte Zahlenverhältniſſe und 2 Kinder überall die gewöhnliche Fünfzahl. In einer ſpaniſchen Familie hatten ſämmtliche Kinder bis auf das Jüngſte an Händen und Füßen die Sechszahl; nur das Jüngſte hatte überall fünf Finger und Zehen, und der ſechsfingerige Vater des Kindes wollte dieſes letzte daher nicht als das ſeinige anerkennen.

Sehr auffallend zeigt ſich ferner die Vererbungskraft in der Bil-

dung und Färbung der menschlichen Haut und Haare. Es ist allbekannt, wie genau in vielen menschlichen Familien eine eigenthümliche Beschaffenheit des Hautsystems, z. B. eine besonders weiche oder spröde Haut, eine besondere Ueppigkeit des Haarwuchses, eine besondere Farbe und Größe der Augen u. s. w. viele Generationen hindurch forterbt. Ebenso werden besondere lokale Auswüchse und Flecke der Haut, sogenannte Muttermale, Leberflecke und andere Pigmentanhäufungen, die an bestimmten Stellen vorkommen, gar nicht selten mehrere Generationen hindurch so genau vererbt, daß sie bei den Nachkommen an denselben Stellen sich zeigen, an denen sie bei den Eltern vorhanden waren. Besonders berühmt geworden sind die Stachelschweinmenschen aus der Familie Lambert, welche im vorigen Jahrhundert in London lebte. Edward Lambert, der 1717 geboren wurde, zeichnete sich durch eine ganz ungewöhnliche und monströse Bildung der Haut aus. Der ganze Körper war mit einer zolldicken hornartigen Kruste bedeckt, welche sich in Form zahlreicher stachelförmiger und schuppenförmiger Fortsätze (bis über einen Zoll lang) erhob. Diese monströse Bildung der Oberhaut oder Epidermis vererbte Lambert auf seine Söhne und Enkel, aber nicht auf die Enkelinnen. Die Uebertragung blieb also hier in der männlichen Linie, wie es auch sonst oft der Fall ist. Ebenso vererbt sich übermäßige Fettentwickelung an gewissen Körperstellen oft nur innerhalb der weiblichen Linie. Wie genau sich die charakteristische Gesichtsbildung erblich überträgt, braucht wohl kaum erinnert zu werden; bald bleibt dieselbe innerhalb der männlichen, bald innerhalb der weiblichen Linie; bald vermischt sie sich in beiden Linien.

Sehr lehrreich und allbekannt sind ferner die Vererbungserscheinungen pathologischer Zustände, besonders der menschlichen Krankheitsformen. Es sind insbesondere bekanntlich Krankheiten der Athmungsorgane, der Drüsen und des Nervensystems, welche sich sehr leicht erblich übertragen. Sehr häufig tritt plötzlich in einer sonst gesunden Familie eine derselben bisher unbekannte Erkrankung auf; sie wird erworben durch äußere Ursachen, durch krankmachende Lebensbedin-

gungen. Dieſe Krankheit, welche bei einem einzelnen Individuum durch äußere Urſachen bewirkt wurde, pflanzt ſich von letzterem auf ſeine Nachkommen fort, und dieſe haben nun alle oder zum Theil an derſelben Krankheit zu leiden. Bei Lungenkrankheiten, z. B. Schwindſucht, iſt das traurige Verhältniß der Erblichkeit allbekannt, ebenſo bei Leberkrankheiten, bei Syphilis, bei Geiſteskrankheiten. Dieſe letzteren ſind von ganz beſonderem Intereſſe. Ebenſo wie beſondere Charakterzüge des Menſchen, Stolz, Ehrgeiz, Leichtſinn u. ſ. w. ſtreng durch die Vererbung auf die Nachkommenſchaft übertragen werden, ſo gilt das auch von den beſonderen, abnormen Aeußerungen der Seelenthätigkeit, welche man als fixe Ideen, Schwermuth, Blödſinn und überhaupt als Geiſteskrankheiten bezeichnet. Es zeigt ſich hier deutlich und unwiderleglich, daß die Seele des Menſchen, ebenſo wie die Seele der Thiere, eine rein mechaniſche Thätigkeit, eine Summe von molekularen Bewegungserſcheinungen der Gehirntheilchen iſt, und daß ſie mit ihrem Subſtrate, ebenſo wie jede andere Körpereigenſchaft, durch die Fortpflanzung materiell übertragen, d. h. vererbt wird.

Dieſe äußerſt wichtige und unleugbare Thatſache erregt, wenn man ſie ausſpricht, gewöhnlich großes Aergerniß, und doch wird ſie eigentlich ſtillſchweigend allgemein anerkannt. Denn worauf beruhen die Vorſtellungen von der „Erbſünde", der „Erbweisheit", dem „Erbadel" u. ſ. w. anders, als auf der Ueberzeugung, daß die menſchliche Geiſtesbeſchaffenheit durch die Fortpflanzung — alſo durch einen rein materiellen Vorgang! — körperlich von den Eltern auf die Nachkommen übertragen wird? — Die Anerkennung dieſer großen Bedeutung der Erblichkeit äußert ſich in einer Menge von menſchlichen Einrichtungen, wie z. B. in der Kaſteneintheilung vieler Völker in Kriegerkaſten, Prieſterkaſten, Arbeiterkaſten u. ſ. w. Offenbar beruht urſprünglich die Einrichtung ſolcher Kaſten auf der Vorſtellung von der hohen Wichtigkeit erblicher Vorzüge, welche gewiſſen Familien beiwohnten, und von denen man vorausſetzte, daß ſie immer wieder von den Eltern auf die Nachkommen übertragen werden

würden. Die Einrichtung des erblichen Adels und der erblichen Monarchie ist auf die Vorstellung einer solchen Vererbung besonderer Tugenden zurückzuführen. Allerdings sind es leider nicht nur die Tugenden, sondern auch die Laster, welche durch Vererbung übertragen und gehäuft werden, und wenn Sie in der Weltgeschichte die verschiedenen Individuen der einzelnen Dynastien vergleichen, so werden Sie zwar überall eine große Anzahl von Beweisen für die Erblichkeit auffinden können, aber weniger für die Erblichkeit der Tugenden, als der entgegengesetzten Eigenschaften. Denken Sie z. B. nur an die römischen Kaiser, an die Julier und die Claudier, oder an die Bourbonen in Frankreich, Spanien und Italien!

In der That dürfte kaum irgendwo eine solche Fülle von schlagenden Beispielen für die merkwürdige Vererbung der feinsten körperlichen und geistigen Züge gefunden werden, als in der Geschichte der regierenden Häuser in den erblichen Monarchien. Ganz besonders gilt dies mit Bezug auf die vorher erwähnten Geisteskrankheiten. Gerade in regierenden Familien sind Geisteskrankheiten in ungewöhnlichem Maße erblich. Schon der berühmte Irrenarzt Esquirol wies nach, daß die Zahl der Geisteskranken in den regierenden Häusern zu ihrer Anzahl in der gewöhnlichen Bevölkerung sich verhält, wie 60 zu 1, d. h. daß Geisteskrankheit in den bevorzugten Familien der regierenden Häuser sechzig mal so häufig vorkommt, als in der gewöhnlichen Menschheit. Würde eine gleiche genaue Statistik auch für den erblichen Adel durchgeführt, so dürfte sich leicht herausstellen, daß auch dieser ein ungleich größeres Kontingent von Geisteskranken stellt, als die gemeine, nichtadelige Menschheit. Diese Erscheinung wird uns kaum mehr wundern, wenn wir bedenken, welchen Nachtheil sich diese privilegirten Kasten selbst durch ihre unnatürliche einseitige Erziehung und durch ihre künstliche Absperrung von der übrigen Menschheit zufügen. Es werden dadurch manche dunkle Schattenseiten der menschlichen Natur besonders entwickelt, gleichsam künstlich gezüchtet, und pflanzen sich nun nach den Ver-

erbungsgeſetzen mit immer verſtärkter Kraft und Einſeitigkeit durch die Reihe der Generationen fort.

Wie ſich in der Generationsfolge mancher Dynaſtien die edle Vorliebe für Wiſſenſchaft und Kunſt durch viele Generationen erblich überträgt und erhält, wie dagegen in vielen anderen Dynaſtien Jahrhunderte hindurch eine beſondere Neigung für das Kriegshandwerk, für Unterdrückung der menſchlichen Freiheit und für andere rohe Gewaltthätigkeiten vererbt wird, iſt aus der Völkergeſchichte Ihnen hinreichend bekannt. Ebenſo vererben ſich in manchen Familien viele Generationen hindurch ganz beſtimmte Fähigkeiten für einzelne Geiſtesthätigkeiten, z. B. Dichtkunſt, Tonkunſt, bildende Kunſt, Mathematik, Naturforſchung, Philoſophie u. ſ. w. In der Familie Bach hat es nicht weniger als zweiundzwanzig hervorragende muſikaliſche Talente gegeben. Natürlich beruht die Vererbung ſolcher Geiſteseigenthümlichkeiten, wie die Vererbung der Geiſteseigenſchaften überhaupt, auf dem materiellen Vorgang der Zeugung. Auch hier iſt die Lebenserſcheinung, die Kraftäußerung, unmittelbar (wie überall in der Natur) verbunden mit beſtimmten Miſchungsverhältniſſen des Stoffes. Die Miſchung und Molekularbewegung des Stoffes iſt es, welche bei der Zeugung übertragen wird.

Bevor wir nun die verſchiedenen und zum Theil ſehr intereſſanten und bedeutenden Geſetze der Vererbung näher unterſuchen, wollen wir über die eigentliche Natur dieſes Vorganges uns verſtändigen. Man pflegt vielfach die Erblichkeitserſcheinungen als etwas ganz Räthſelhaftes anzuſehen, als eigenthümliche Vorgänge, welche durch die Naturwiſſenſchaft nicht ergründet, in ihren Urſachen und eigentlichem Weſen nicht erfaßt werden könnten. Man pflegt gerade hier ſehr allgemein übernatürliche Einwirkungen anzunehmen. Es läßt ſich aber ſchon jetzt, bei dem heutigen Zuſtande der Phyſiologie, mit vollkommener Sicherheit nachweiſen, daß alle Erblichkeitserſcheinungen durchaus natürliche Vorgänge ſind, daß ſie durch mechaniſche Urſachen bewirkt werden, und daß ſie auf materiellen Bewegungserſcheinungen im Körper der Organismen beruhen, welche wir als Theil-

erscheinungen der Fortpflanzung betrachten können. Alle Erblichkeitserscheinungen und Vererbungsgesetze lassen sich auf die materiellen Vorgänge der Fortpflanzung zurückführen.

Jeder einzelne Organismus, jedes lebendige Individuum verdankt sein Dasein entweder einem Akte der elternlosen Zeugung oder Urzeugung (Generatio spontanea, Archigonia), oder einem Akte der elterlichen Zeugung oder Fortpflanzung (Generatio parentalis, Tocogonia). Auf die Urzeugung oder Archigonie, durch welche bloß Organismen der allereinfachsten Art, Moneren, entstehen können, werden wir in einem späteren Vortrage zurückkommen. Jetzt haben wir uns nur mit der Fortpflanzung oder Tocogonie zu beschäftigen, deren nähere Betrachtung für das Verständniß der Vererbung von der größten Wichtigkeit ist. Die Meisten von Ihnen werden von den Fortpflanzungserscheinungen wahrscheinlich nur diejenigen kennen, welche Sie allgemein bei den höheren Pflanzen und Thieren beobachten, die Vorgänge der geschlechtlichen Fortpflanzung oder der Amphigonie. Viel weniger allgemein bekannt sind die Vorgänge der ungeschlechtlichen Fortpflanzung oder der Monogonie. Gerade diese sind aber bei weitem mehr als die vorhergehenden geeignet, ein erklärendes Licht auf die Natur der mit der Fortpflanzung zusammenhängenden Vererbung zu werfen.

Aus diesem Grunde ersuche ich Sie, jetzt zunächst bloß die Erscheinungen der ungeschlechtlichen oder monogonen Fortpflanzung (Monogonia) in das Auge zu fassen. Diese tritt in mannichfach verschiedener Form auf, als Selbsttheilung, Knospenbildung und Keimzellen- oder Sporenbildung (Gen. Morph. II, 36—58). Am lehrreichsten ist es hier, zunächst die Fortpflanzung bei den einfachsten Organismen zu betrachten, welche wir kennen, und auf welche wir später bei der Frage von der Urzeugung zurückkommen müssen. Diese allereinfachsten uns bis jetzt bekannten, und zugleich die denkbar einfachsten Organismen sind die wasserbewohnenden Moneren: sehr kleine lebendige Körperchen, welche eigentlich streng genommen den Namen des Organismus gar nicht verdienen.

Denn die Bezeichnung „Organismus" für die lebenden Wesen beruht auf der Vorstellung, daß jeder belebte Naturkörper aus Organen zusammengesetzt ist, aus verschiedenartigen Theilen, die als Werkzeuge, ähnlich den verschiedenen Theilen einer künstlichen Maschine, in einander greifen und zusammenwirken, um die Thätigkeit des Ganzen hervorzubringen. Nun haben wir aber in den Moneren während der letzten Jahre Organismen kennen gelernt, welche in der That nicht aus Organen zusammengesetzt sind, sondern ganz und gar aus einer strukturlosen, einfachen, gleichartigen Materie bestehen. Der ganze Körper dieser Moneren ist zeitlebens weiter Nichts, als ein formloses bewegliches Schleimklümpchen, das aus einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung besteht. Einfachere, unvollkommnere Organismen sind gar nicht denkbar [15]).

Die ersten vollständigen Beobachtungen über die Naturgeschichte eines Moneres (Protogenes primordialis) habe ich 1864 bei Nizza angestellt. Andere sehr merkwürdige Moneren habe ich später (1866) auf der canarischen Insel Lanzarote und (1867) an der Meerenge von Gibraltar beobachtet. Die vollständige Lebensgeschichte eines dieser canarischen Moneren, der orangerothen Protomyxa aurantiaca, ist auf Tafel I (S. 167) dargestellt und in deren Erklärung beschrieben (im Anhang, S. 664). Auch in der Nordsee, an der norwegischen Küste bei Bergen, habe ich (1869) einige eigenthümliche Moneren aufgefunden. Ein interessantes Moner des süßen Wassers hat Cienkowski (1865) unter dem Namen Vampyrella beschrieben. Das merkwürdigste aber vielleicht von allen Moneren hat (1868) der berühmte englische Zoolog Huxley entdeckt und Bathybius Haeckelii genannt. „Bathybius" heißt: In der Tiefe lebend. Dieser wunderbare Organismus lebt nämlich in den ungeheuren Abgründen des Meeres, welche uns im letzten Jahrzehnt durch die mühevollen Untersuchungen der Engländer bekannt geworden sind, und welche über 12,000, ja an manchen Stellen über 24,000 Fuß Tiefe erreichen. Hier findet sich zwischen den zahlreichen Polythalamien und Radiolarien, die den feinen kreideartigen Schlamm dieser

Abgründe bevölkern, auch massenhaft der Bathybius vor, theils in Gestalt rundlicher oder formloser Schleimklumpen, theils in Form von maschigen Schleimnetzen, welche Steintrümmer und andere Gegenstände überziehen (Fig. 9, S. 379). Oft sind kleine Kalk-Körperchen (Diskolithen, Cyatholithen ꝛc.) in diese schleimigen Gallertmassen eingebettet, wahrscheinlich Ausscheidungsprodukte der letzteren. Der ganze Körper des merkwürdigen Bathybius besteht, gleich dem der anderen Moneren, einzig und allein aus strukturlosem Plasma oder Protoplasma, d. h. aus derselben eiweißartigen Kohlenstoff-Verbindung, welche in unendlich vielen Modifikationen als der wesentlichste und nie fehlende Träger der Lebenserscheinungen in allen Organismen sich findet. Eine ausführliche Beschreibung und Abbildung des Bathybius und der übrigen Moneren habe ich 1870 in meiner „Monographie der Moneren" gegeben, aus der auch Tafel I copirt ist[15]).

Im Ruhezustande erscheinen die meisten Moneren als kleine Schleimkügelchen, für das unbewaffnete Auge nicht sichtbar oder eben sichtbar, höchstens von der Größe eines Stecknadelkopfes. Wenn das Moner sich bewegt, bilden sich an der Oberfläche der kleinen Schleimkugel formlose fingerartige Fortsätze oder sehr feine strahlende Fäden, sogenannte Scheinfüße oder Pseudopodien. Diese Scheinfüße sind einfache, unmittelbare Fortsetzungen der strukturlosen eiweißartigen Masse, aus der der ganze Körper besteht. Wir sind nicht im Stande, verschiedenartige Theile in demselben wahrzunehmen, und wir können den direkten Beweis für die absolute Einfachheit der festflüssigen Eiweißmasse dadurch führen, daß wir die Nahrungsaufnahme der Moneren unter dem Mikroskope verfolgen. Wenn kleine Körperchen, die zur Ernährung derselben tauglich sind, z. B. kleine Theilchen von zerstörten organischen Körpern, oder mikroskopische Pflänzchen und Infusionsthierchen, zufällig in Berührung mit den Moneren kommen, so bleiben sie an der klebrigen Oberfläche des festflüssigen Schleimklümpchens hängen, erzeugen hier einen Reiz, welcher stärkeren Zufluß der schleimigen Körpermasse zur Folge hat,

und werden endlich ganz von dieser umschlossen; oder sie werden durch Verschiebungen der einzelnen Eiweißtheilchen des Monerenkörpers in diesen hineingezogen und dort verdaut, durch einfache Diffusion (Endosmose) ausgezogen.

Ebenso einfach wie die Ernährung, ist die Fortpflanzung dieser Urwesen, die man eigentlich weder Thiere noch Pflanzen nennen kann. Alle Moneren pflanzen sich nur auf dem ungeschlechtlichen Wege fort, durch Monogonie; und zwar im einfachsten Falle durch diejenige Art der Monogonie, welche wir an die Spitze der verschiedenen Fortpflanzungsformen stellen, durch Selbsttheilung. Wenn ein solches Klümpchen, z. B. eine Protamoeba oder ein Protogenes, eine gewisse Größe durch Aufnahme fremder Eiweißmaterie erhalten hat, so zerfällt es in zwei Stücke; es bildet sich eine Einschnürung, welche ringförmig herumgeht, und schließlich zur Trennung der beiden Hälften führt. (Vergl. Fig. 1.) Jede Hälfte rundet sich

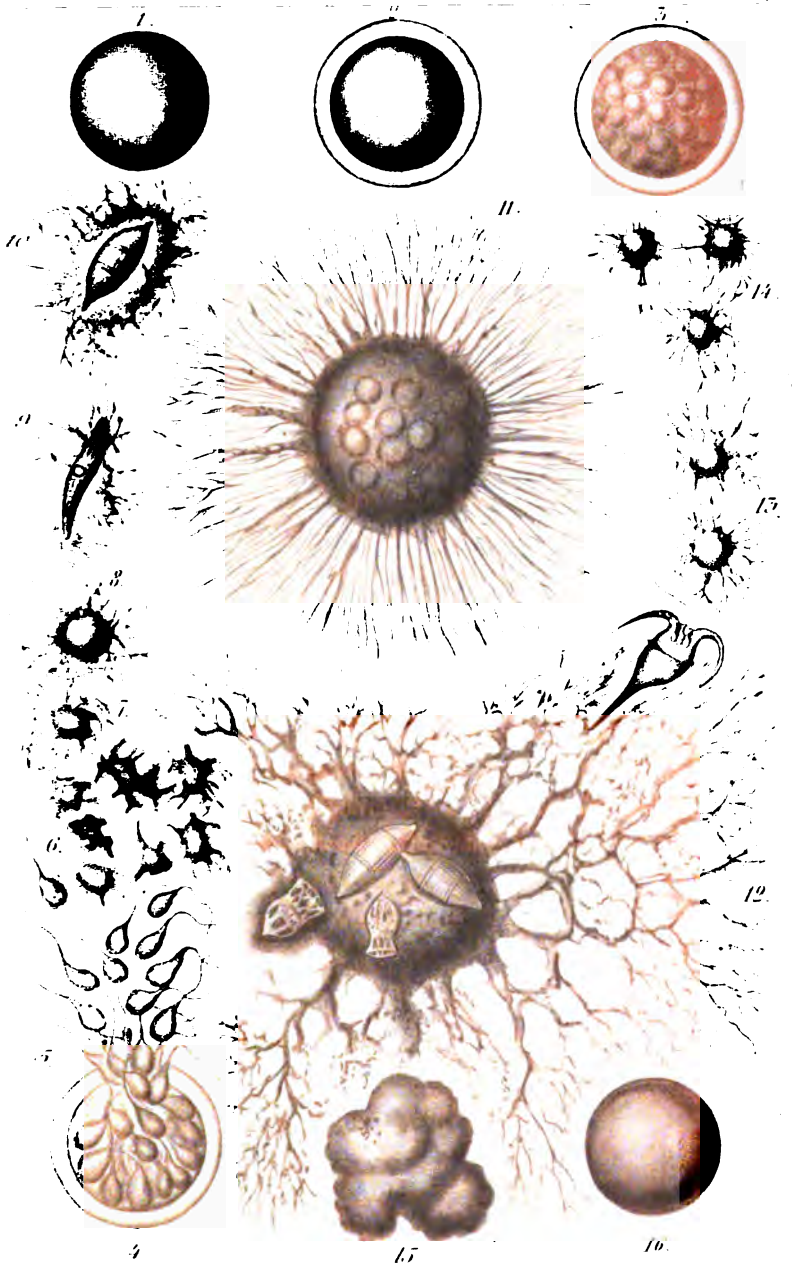
Fig. 1. Fortpflanzung eines einfachsten Organismus, eines Moneres, durch Selbsttheilung. *A.* Das ganze Moner, eine Protamoeba. *B.* Dieselbe zerfällt durch eine mittlere Einschnürung in zwei Hälften. *C.* Jede der beiden Hälften hat sich von der andern getrennt und stellt nun ein selbstständiges Individuum dar.

alsbald ab und erscheint nun als ein selbstständiges Individuum, welches das einfache Spiel der Lebenserscheinungen, Ernährung und Fortpflanzung, von Neuem beginnt. Bei anderen Moneren (Vampyrella) zerfällt der Körper bei der Fortpflanzung nicht in zwei, sondern in vier gleiche Stücke, und bei noch anderen (Protomonas, Protomyxa, Myxastrum) sogleich in eine große Anzahl von kleinen Schleimkügelchen, deren jedes durch einfaches Wachsthum dem

elterlichen Körper wieder gleich wird (Tafel I). Es zeigt sich hier deutlich, daß der Vorgang der Fortpflanzung weiter Nichts ist, als ein Wachsthum des Organismus über sein individuelles Maß hinaus.

Die einfache Fortpflanzungsweise der Moneren durch Selbsttheilung ist eigentlich die allgemeinste und weiteste verbreitete von allen verschiedenen Fortpflanzungsarten; denn durch denselben einfachen Prozeß der Theilung pflanzen sich auch die Zellen fort, diejenigen einfachen organischen Individuen, welche in sehr großer Zahl den Körper der allermeisten Organismen, den menschlichen Körper nicht ausgenommen, zusammensetzen. Abgesehen von den Organismen niedersten Ranges, welche noch nicht einmal den Formwerth einer Zelle haben (Moneren), oder zeitlebens eine einfache Zelle darstellen (viele Protisten und einzellige Pflanzen) ist der Körper jedes organischen Individuums aus einer großen Anzahl von Zellen zusammengesetzt. Jede organische Zelle ist bis zu einem gewissen Grade ein selbstständiger Organismus, ein sogenannter „Elementarorganismus" oder ein „Individuum erster Ordnung". Jeder höhere Organismus ist gewissermaßen eine Gesellschaft oder ein Staat von solchen vielgestaltigen, durch Arbeitstheilung mannichfaltig ausgebildeten Elementarindividuen[39]). Ursprünglich ist jede organische Zelle auch nur ein einfaches Schleimklümpchen, gleich einem Moner, jedoch von diesem dadurch verschieden, daß die gleichartige Eiweißmasse in zwei verschiedene Bestandtheile sich gesondert hat: ein inneres, festeres Eiweißkörperchen, den Zellenkern (Nucleus), und einen äußeren, weicheren Eiweißkörper, den Zellstoff (Protoplasma). Außerdem bilden viele Zellen späterhin noch einen dritten (jedoch häufig fehlenden) Formbestandtheil, indem sie sich einkapseln, eine äußere Hülle oder Zellhaut (Membrana) ausschwitzen. Alle übrigen Formbestandtheile, die sonst noch an den Zellen vorkommen, sind von untergeordneter Bedeutung und interessiren uns hier weiter nicht.

Ursprünglich ist auch jeder mehrzellige Organismus eine ein-




Protomyxa aurantiaca.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

fache Zelle, und er wird dadurch mehrzellig, daß jene Zelle sich durch Theilung fortpflanzt, und daß die so entstehenden neuen Zellenindividuen beisammen bleiben und durch Arbeitstheilung eine Gemeinde oder einen Staat bilden. Die Formen und Lebenserscheinungen aller mehrzelligen Organismen sind lediglich die Wirkung oder der Ausdruck der gesammten Formen und Lebenserscheinungen aller einzelnen sie zusammensetzenden Zellen. Das Ei, aus welchem sich die meisten Thiere und Pflanzen entwickeln, ist eine einfache Zelle.

Die einzelligen Organismen, d. h. diejenigen, welche zeitlebens den Formwerth einer einzigen Zelle beibehalten, z. B. die Amoeben (Fig. 2), pflanzen sich in der Regel auf die einfachste Weise

Fig. 2. Fortpflanzung eines einzelligen Organismus, einer Amoeba sphaerococcus, durch Selbsttheilung. *A.* Die eingekapselte Amoeba, eine einfache kugelige Zelle, bestehend aus einem Protoplasmaklumpen *(c)*, welcher einen Kern *(b)* und ein Kernkörperchen *(a)* einschließt, und von einer Zellhaut oder Kapsel umgeben ist. *B.* Die freie Amoeba, welche die Cyste oder Zellhaut gesprengt und verlassen hat. *C.* Dieselbe beginnt sich zu theilen, indem ihr Kern in zwei Kerne zerfällt und der Zellstoff zwischen beiden sich einschnürt. *D.* Die Theilung ist vollendet, indem auch der Zellstoff vollständig in zwei Hälften zerfallen ist *(Da* und *Db)*.

durch Theilung fort. Dieser Prozeß unterscheidet sich von der vorher bei den Moneren beschriebenen Selbsttheilung nur dadurch, daß zunächst der festere Zellkern (Nucleus) durch Einschnürung in zwei Hälften zerfällt. Die beiden jungen Kerne entfernen sich voneinander und wirken nun wie zwei verschiedene Anziehungsmittelpunkte auf die umgebende weichere Eiweißmasse, den Zellstoff (Protoplasma). Dadurch zerfällt schließlich auch dieser in zwei Hälften, und es sind nun zwei neue Zellen vorhanden, welche der Mutterzelle gleich sind. War die Zelle von einer Membran umgeben, so theilt sich diese ent-

weder nicht, wie bei der Eifurchung (Fig. 3, 4), oder sie folgt passiv der aktiven Einschnürung des Protoplasma, oder es wird von jeder jungen Zelle eine neue Haut ausgeschwitzt.

Ganz ebenso wie die selbstständigen einzelligen Organismen, z. B. Amobea (Fig. 2) pflanzen sich nun auch die unselbstständigen Zellen fort, welche in Gemeinden oder Staaten vereinigt bleiben und so den Körper der höheren Organismen zusammensetzen. Ebenso vermehrt sich auch durch einfache Theilung die Zelle, mit welcher die meisten Thiere und Pflanzen ihre individuelle Existenz beginnen, nämlich das Ei. Wenn sich aus einem Ei ein Thier, z. B. ein Säugethier (Fig. 3, 4) entwickelt, so beginnt dieser Entwickelungs-

Fig. 3. Ei eines Säugethieres (eine einfache Zelle). *a* Kernkörperchen oder Nucleolus (sogenannter Keimfleck des Eies); *b* Kern oder Nucleus (sogenanntes Keimbläschen des Eies); *c* Zellstoff oder Protoplasma (sogenannter Dotter des Eies); *d* Zellhaut oder Membrana (Dotterhaut) des Eies, beim Säugethier wegen ihrer Durchsichtigkeit Membrana pellucida genannt.

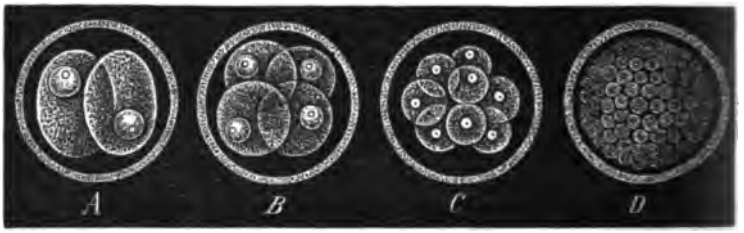



Fig. 4. Erster Beginn der Entwickelung des Säugethiereies, sogenannte „Eifurchung" (Fortpflanzung der Eizelle durch wiederholte Selbsttheilung). Fig. 4*A*. Das Ei zerfällt durch Bildung der ersten Furche in zwei Zellen. Fig. 4*B*. Diese zerfallen durch Halbirung in 4 Zellen. Fig. 4*C*. Diese letzteren sind in 8 Zellen zerfallen. Fig. 4*D*. Durch fortgesetzte Theilung ist ein kugeliger Haufen von zahlreichen Zellen entstanden.

prozeß stets damit, daß die einfache Eizelle (Fig. 3) durch fortgesetzte Selbsttheilung einen Zellenhaufen bildet (Fig. 4). Die äußere Hülle oder Zellhaut des kugeligen Eies bleibt ungetheilt. Zuerst zerfällt der Zellenkern des Eies (das sogenannte Keimbläschen) durch Selbst-

theilung in zwei Kerne, dann folgt der Zellstoff (der Dotter des Eies) nach (Fig. 4A). In gleicher Weise zerfallen durch die fortgesetzte Selbsttheilung die zwei Zellen in vier (Fig. 4B), diese in acht (Fig. 4C), in sechzehn, zweiunddreißig u. s. w., und es entsteht schließlich ein kugeliger Haufe von sehr zahlreichen kleinen Zellen (Fig. 4D). Diese bauen nun durch weitere Vermehrung und ungleichartige Ausbildung (Arbeitstheilung) allmählich den zusammengesetzten mehrzelligen Organismus auf. Jeder von uns hat im Beginne seiner individuellen Entwickelung denselben, in Fig. 4 dargestellten Prozeß durchgemacht. Das in Fig. 3 abgebildete Säugethierei und die in Fig. 4 dargestellte Entwickelung desselben könnte eben so gut vom Menschen, als vom Affen, vom Hunde, vom Pferde oder von irgend einem anderen placentalen Säugethier herrühren.

Wenn Sie nun zunächst nur diese einfachste Form der Fortpflanzung, die Selbsttheilung, betrachten, so werden Sie es gewiß nicht wunderbar finden, daß die Theilungsprodukte des ursprünglichen Organismus dieselben Eigenschaften besitzen, wie das elterliche Individuum. Sie sind ja Theilhälften des elterlichen Organismus, und da die Materie, der Stoff, in beiden Hälften derselbe ist, da die beiden jungen Individuen gleich viel und gleich beschaffene Materie von dem elterlichen Individuum überkommen haben, so finden Sie es gewiß natürlich, daß auch die Lebenserscheinungen, die physiologischen Eigenschaften, in den beiden Kindern dieselben sind. In der That sind in jeder Beziehung, sowohl hinsichtlich ihrer Form und ihres Stoffes, als hinsichtlich ihrer Lebenserscheinungen, die beiden Tochterzellen nicht von einander und von der Mutterzelle zu unterscheiden. Sie haben von ihr die gleiche Natur *geerbt*.

Nun findet sich aber dieselbe einfache Fortpflanzung durch Theilung nicht bloß bei den einfachen Zellen, sondern auch bei höher stehenden mehrzelligen Organismen, z. B. bei den Korallenthieren. Viele derselben, welche schon einen höheren Grad von Zusammensetzung und Organisation zeigen, pflanzen sich dennoch einfach durch Theilung fort. Hier zerfällt der ganze Organismus mit allen seinen Or-

ganen in zwei gleiche Hälften, sobald er durch Wachsthum ein gewisses Maß der Größe erreicht hat. Jede Hälfte ergänzt sich alsbald wieder durch Wachsthum zu einem vollständigen Individuum. Auch hier finden Sie es gewiß selbstverständlich, daß die beiden Theilungsprodukte die Eigenschaften des elterlichen Organismus theilen, da sie ja selbst Substanzhälften desselben sind.

An die Fortpflanzung durch Theilung schließt sich zunächst die Fortpflanzung durch Knospenbildung an. Diese Art der Monogonie ist außerordentlich weit verbreitet. Sie findet sich sowohl bei den einfachen Zellen (obwohl seltener), als auch bei den aus vielen Zellen zusammengesetzten höheren Organismen. Ganz allgemein verbreitet ist die Knospenbildung im Pflanzenreich, seltener im Thierreich. Jedoch kommt sie auch hier in dem Stamme der Pflanzenthiere, insbesondere bei den Korallen und bei einem großen Theile der Hydromedusen sehr häufig vor, ferner auch bei einem Theile der Würmer (Plattwürmern, Ringelwürmern, Moosthieren und Manteltheren). Die meisten verzweigten Thierstöcke, welche auch äußerlich den verzweigten Pflanzenstöcken so ähnlich sind, entstehen gleich diesen durch Knospenbildung.

Die Fortpflanzung durch Knospenbildung (Gemmatio) unterscheidet sich von der Fortpflanzung durch Theilung wesentlich dadurch, daß die beiden durch Knospung neu erzeugten Organismen nicht von gleichem Alter, und daher anfänglich auch nicht von gleichem Werthe sind, wie es bei der Theilung der Fall ist. Bei der letzteren können wir offenbar keines der beiden neu erzeugten Individuen als das elterliche, als das erzeugende ansehen, weil beide ja gleichen Antheil an der Zusammensetzung des ursprünglichen, elterlichen Individuums haben. Wenn dagegen ein Organismus eine Knospe treibt, so ist die letztere das Kind des ersteren. Beide Individuen sind von ungleichem Alter und daher zunächst auch von ungleicher Größe und ungleichem Formwerth. Wenn z. B. eine Zelle durch Knospenbildung sich fortpflanzt, so sehen wir nicht, daß die Zelle in zwei gleiche Hälften zerfällt, sondern es bildet sich an

einer Stelle eine Hervorragung, welche größer und größer wird, und welche sich mehr oder weniger von der elterlichen Zelle absondert und nun selbstständig wächst. Ebenso bemerken wir bei der Knospenbildung einer Pflanze oder eines Thieres, daß an einer Stelle des ausgebildeten Individuums eine kleine lokale Wucherung entsteht, welche größer und größer wird, und ebenfalls durch selbstständiges Wachsthum sich mehr oder weniger von dem elterlichen Organismus absondert. Die Knospe kann später, nachdem sie eine gewisse Größe erlangt hat, entweder vollkommen von dem Elterninduviduum sich ablösen, oder sie kann mit diesem im Zusammenhang bleiben und einen Stock bilden, dabei aber doch ganz selbstständig weiter leben. Während das Wachsthum, welches die Fortpflanzung einleitet, bei der Theilung ein totales ist und den ganzen Körper betrifft, ist dasselbe dagegen bei der Knospenbildung ein partielles und betrifft nur einen Theil des elterlichen Organismus. Aber auch hier behält die Knospe, das neu erzeugte Individuum, welches mit dem elterlichen Organismus so lange im unmittelbarsten Zusammenhang steht und aus diesem hervorgeht, dessen wesentliche Eigenschaften und ursprüngliche Bildungsrichtung bei.

An die Knospenbildung schließt sich unmittelbar eine dritte Art der ungeschlechtlichen Fortpflanzung an, diejenige durch Keimknospenbildung (Polysporogonia). Bei niederen, unvollkommenen Organismen, unter den Thieren insbesondere bei den Pflanzenthieren und Würmern, finden Sie sehr häufig, daß im Innern eines aus vielen Zellen zusammengesetzten Individuums eine kleine Zellengruppe von den umgebenden Zellen sich absondert, und daß diese kleine isolirte Zellengruppe allmählich zu einem Individuum heranwächst, welches dem elterlichen ähnlich wird, und früher oder später aus diesem heraustritt. So entstehen z. B. im Körper der Saugwürmer (Trematoden) oft zahlreiche, aus vielen Zellen zusammengesetzte Körperchen, Keimknospen oder Polysporen, welche sich schon frühzeitig ganz von dem Elternkörper absondern und diesen

verlaſſen, nachdem ſie einen gewiſſen Grad ſelbſtſtändiger Ausbildung erreicht haben.

Offenbar iſt die Keimknospenbildung von der echten Knospenbildung nur wenig verſchieden. Andrerſeits aber berührt ſie ſich mit einer vierten Form der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung, welche beinahe ſchon zur geſchlechtlichen Zeugung hinüberführt, nämlich mit der Keimzellenbildung (Monosporogonia), welche auch oft ſchlechtweg die Sporenbildung (Sporogonia) genannt wird. Hier iſt es nicht mehr eine Zellengruppe, ſondern eine einzelne Zelle, welche ſich im Innern des zeugenden Organismus von den umgebenden Zellen abſondert, und ſich erſt weiter entwickelt, nachdem ſie aus jenem ausgetreten iſt. Nachdem dieſe Keimzelle oder Monoſpore (gewöhnlich kurzweg Spore genannt) das Elternindividuum verlaſſen hat, vermehrt ſie ſich durch Theilung und bildet ſo einen vielzelligen Organismus, welcher durch Wachsthum und allmähliche Ausbildung die erblichen Eigenſchaften des elterlichen Organismus erlangt. So geſchieht es ſehr häufig bei den niederen Pflanzen.

Obwohl die Keimzellenbildung der Keimknospenbildung ſehr nahe ſteht, entfernt ſie ſich doch offenbar von dieſer, wie von den vorher angeführten anderen Formen der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung ſehr weſentlich dadurch, daß nur ein ganz kleiner Theil des zeugenden Organismus die Fortpflanzung und ſomit auch die Vererbung vermittelt. Bei der Selbſttheilung, wo der ganze Organismus in zwei Hälften zerfällt, bei der Knospenbildung, wo ein anſehnlicher und bereits mehr oder minder entwickelter Körpertheil von dem zeugenden Individuum ſich abſondert, finden wir es ſehr begreiflich, daß Formen und Lebenserſcheinungen in dem zeugenden und dem erzeugten Organismus dieſelben ſind. Viel ſchwieriger iſt es ſchon bei der Keimknospenbildung, und noch ſchwerer bei der Keimzellenbildung zu begreifen, wie dieſer ganz kleine, ganz unentwickelte Körpertheil, dieſe Zellengruppe oder einzelne Zelle nicht bloß gewiſſe elterliche Eigenſchaften unmittelbar mit in ihre ſelbſtſtändige Exiſtenz hinübernimmt, ſondern auch nach ihrer Trennung vom elter-

lichen Individuum ſich zu einem vielzelligen Körper entwickelt, und in dieſem die Formen und die Lebenserſcheinungen des urſprünglichen, zeugenden Organismus wieder zu Tage treten läßt. Dieſe letzte Form der monogonen Fortpflanzung, die Keimzellen- oder Sporenbildung, führt uns hierdurch bereits unmittelbar zu der am ſchwierigſten zu erklärenden Form der Fortpflanzung, zur geſchlechtlichen Zeugung, hinüber.

Die geſchlechtliche (amphigone oder ſexuelle) Zeugung (Amphigonia) iſt die gewöhnliche Fortpflanzungsart bei allen höheren Thieren und Pflanzen. Offenbar hat ſich dieſelbe erſt ſehr ſpät im Verlaufe der Erdgeſchichte aus der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung, und zwar zunächſt aus der Keimzellenbildung entwickelt. In den früheſten Perioden der organiſchen Erdgeſchichte pflanzten ſich alle Organismen nur auf ungeſchlechtlichem Wege fort, wie es gegenwärtig noch zahlreiche niedere Organismen thun, insbeſondere alle diejenigen, welche auf der niedrigſten Stufe der Organiſation ſtehen, welche man weder als Thiere noch als Pflanzen mit vollem Rechte betrachten kann, und welche man daher am beſten als Urweſen oder Protiſten aus dem Thier- und Pflanzenreich ausſcheidet. Allein bei den höheren Thieren und Pflanzen erfolgt gegenwärtig die Vermehrung der Individuen in der Regel größtentheils durch geſchlechtliche Fortpflanzung.

Während bei allen vorhin erwähnten Hauptformen der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung, bei der Theilung, Knospenbildung, Keimknospenbildung und Keimzellenbildung, die abgeſonderte Zelle oder Zellengruppe für ſich allein im Stande war, ſich zu einem neuen Individuum auszubilden, ſo muß dieſelbe dagegen bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung erſt durch einen anderen Zeugungsſtoff befruchtet werden. Der befruchtende männliche Samen muß ſich erſt mit der weiblichen Keimzelle, dem Ei, vermiſchen, ehe ſich dieſes zu einem neuen Individuum entwickeln kann. Dieſe beiden verſchiedenen Zeugungsſtoffe, der männliche Samen und das weibliche Ei, werden entweder von einem und demſelben Individuum erzeugt (Zwit-

zwitterung (Hermaphroditismus) oder von zwei verschiedenen Individuen (Geschlechtstrennung, Gonochorismus) (Gen. Morph. II, 55—57).

Die einfachere und ältere Form der geschlechtlichen Fortpflanzung ist die Zwitterbildung (Hermaphroditismus). Sie findet sich bei der großen Mehrzahl der Pflanzen, aber nur bei einer großen Minderzahl der Thiere, z. B. bei den Gartenschnecken, Blutegeln, Regenwürmern und vielen anderen Würmern. Jedes einzelne Individuum erzeugt als Zwitter (Hermaphroditus) in sich beiderlei Geschlechtsstoffe, Eier und Samen. Bei den meisten höheren Pflanzen enthält jede Blüthe zugleich die männlichen Organe (Staubfäden und Staubbeutel) als die weiblichen Organe (Griffel und Fruchtknoten). Jede Gartenschnecke erzeugt an einer Stelle ihrer Geschlechtsdrüse Eier, an einer anderen Samen. Viele Zwitter können sich selbst befruchten; bei anderen dagegen ist eine Kopulation und gegenseitige Befruchtung zweier Zwitter nothwendig, um die Eier zur Entwickelung zu veranlassen. Dieser letztere Fall ist offenbar schon der Uebergang zur Geschlechtstrennung.

Die Geschlechtstrennung (Gonochorismus), die verwickeltere von beiden Arten der geschlechtlichen Zeugung, hat sich offenbar erst in einer viel späteren Zeit der organischen Erdgeschichte aus der Zwitterbildung entwickelt. Sie ist gegenwärtig die allgemeine Fortpflanzungsart der höheren Thiere, findet sich dagegen nur bei einer geringeren Anzahl von Pflanzen (z. B. manchen Wasserpflanzen: Hydrocharis, Vallisneria; und Bäumen: Weiden, Pappeln). Jedes organische Individuum als Richtzwitter (Gonochoristus) erzeugt in sich nur einen von beiden Zeugungsstoffen, entweder männlichen oder weiblichen. Die weiblichen Individuen bilden sowohl bei den Thieren, als bei den Pflanzen Eier oder Eizellen. Die Eier der Pflanzen werden gewöhnlich bei den Blüthenpflanzen (Phanerogamen) „Embryobläschen", bei den Blüthenlosen (Kryptogamen) „Befruchtungskugeln" genannt. Die männlichen Individuen sondern bei den Thieren den befruchtenden Samen (Sperma) ab, bei den

Pflanzen dem Sperma entsprechende Körperchen (Pollenkörner oder Blüthenstaub bei den Phanerogamen, bei den Kryptogamen ein Sperma, welches gleich demjenigen der meisten Thiere aus lebhaft beweglichen, in einer Flüssigkeit schwimmenden Flimmerzellen besteht, den Zoospermien, Spermatozoen oder Spermazellen).

Eine interessante Uebergangsform von der geschlechtlichen Zeugung zu der (dieser nächststehenden) ungeschlechtlichen Keimzellenbildung bietet die sogenannte jungfräuliche Zeugung (Parthenogenesis) dar, welche bei den Insekten in neuerer Zeit, besonders durch Siebold's verdienstvolle Untersuchungen, vielfach nachgewiesen worden ist. Hier werden Keimzellen, die sonst den gewöhnlichen Eizellen ganz ähnlich erscheinen und ebenso entstehen, fähig, zu neuen Individuen sich zu entwickeln, ohne des befruchtenden Samens zu bedürfen. Die merkwürdigsten und lehrreichsten von den verschiedenen parthenogenetischen Erscheinungen bieten uns diejenigen Fälle, in denen dieselben Keimzellen, je nachdem sie befruchtet werden oder nicht, verschiedene Individuen erzeugen. Bei unseren gewöhnlichen Honigbienen entsteht aus den Eiern der Königin ein männliches Individuum (eine Drohne), wenn das Ei nicht befruchtet wird; ein weibliches (eine Königin oder Arbeiterin), wenn das Ei befruchtet wird. Es zeigt sich hier deutlich, daß in der That eine tiefe Kluft zwischen geschlechtlicher und geschlechtsloser Zeugung nicht existirt, daß beide Formen vielmehr unmittelbar zusammenhängen. Uebrigens ist die Parthenogenesis der Insekten wohl als Rückschlag der geschlechtlichen Fortpflanzung (welche die Stammeltern der Insekten besaßen) in die frühere ungeschlechtliche Fortpflanzung aufzufassen (Gen. Morph. II, 56). Jedenfalls ist sowohl bei Pflanzen als bei Thieren die geschlechtliche Zeugung, die als ein so wunderbarer Vorgang erscheint, erst in späterer Zeit aus der älteren ungeschlechtlichen Zeugung hervorgegangen. In beiden Fällen ist die Vererbung eine nothwendige Theilerscheinung der Fortpflanzung.

Bei allen verschiedenen Formen der Fortpflanzung ist das Wesentliche dieses Vorgangs immer die Ablösung eines Theiles des elter-

lichen Organismus und die Befähigung deſſelben zur individuellen, ſelbſtſtändigen Exiſtenz. In allen Fällen dürfen wir daher von vornherein ſchon erwarten, daß die kindlichen Individuen, die ja, wie man ſich ausdrückt, Fleiſch und Bein der Eltern ſind, zugleich immer dieſelben Lebenserſcheinungen und Formeigenſchaften erlangen werden, welche die elterlichen Individuen beſitzen. Immer iſt es nur eine größere oder geringere Quantität von der elterlichen Materie, und zwar von dem eiweißartigen Protoplasma oder Zellſtoff, welche auf das kindliche Individuum übergeht. Mit der Materie werden aber auch deren Lebenseigenſchaften, die molekularen Bewegungen des Plasma, übertragen, welche ſich dann in ihrer Form äußern. Wenn Sie ſich die angeführte Kette von verſchiedenen Fortpflanzungsformen in ihrem Zuſammenhange vor Augen ſtellen, ſo verliert die Vererbung durch geſchlechtliche Zeugung ſehr Viel von dem Räthſelhaften und Wunderbaren, das ſie auf den erſten Blick für den Laien beſitzt. Es erſcheint anfänglich höchſt wunderbar, daß bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung des Menſchen, wie aller höheren Thiere, das kleine Ei, eine winzige, für das bloße Auge oft kaum ſichtbare Zelle, im Stande iſt, alle Eigenſchaften des mütterlichen Organismus auf den kindlichen zu übertragen; und nicht weniger räthſelhaft muß es erſcheinen, daß zugleich die weſentlichen Eigenſchaften des väterlichen Organismus auf den kindlichen übertragen werden vermittelſt des männlichen Sperma, welches die Eizelle befruchtete; vermittelſt einer ſchleimigen Maſſe, in der feine Geißelzellen, die Zooſpermien ſich umherbewegen. Sobald Sie aber jene zuſammenhängende Stufenleiter der verſchiedenen Fortpflanzungsarten vergleichen, bei welcher der kindliche Organismus als überſchüſſiges Wachsthumsprodukt des Elternindividuums ſich immer mehr von erſterem abſondert, und immer frühzeitiger die ſelbſtſtändige Laufbahn betritt; ſobald Sie zugleich erwägen, daß auch das Wachsthum und die Ausbildung jedes höheren Organismus bloß auf der Vermehrung der ihn zuſammenſetzenden Zellen, auf der einfachen

Fortpflanzung durch Theilung beruht, ſo wird es Ihnen klar, daß alle dieſe merkwürdigen Vorgänge in eine Reihe gehören.

Das Leben jedes organiſchen Individuums iſt Nichts weiter, als eine zuſammenhängende Kette von ſehr verwickelten materiellen Bewegungserſcheinungen. Dieſe Bewegungen ſind als Veränderungen in der Lage und Zuſammenſetzung der Molekeln zu denken, der kleinſten (aus Atomen in höchſt mannichfaltiger Weiſe zuſammengeſetzten) Theilchen der belebten Materie. Die ſpecifiſch beſtimmte Richtung dieſer gleichartigen, anhaltenden, immanenten Lebensbewegung wird in jedem Organismus durch die chemiſche Miſchung des eiweißartigen Zeugungsſtoffes bedingt, welcher ihm den Urſprung gab. Bei dem Menſchen, wie bei den höheren Thieren, welche geſchlechtlich ſich fortpflanzen, beginnt die individuelle Lebensbewegung in dem Momente, in welchem die Eizelle von den Samenfäden des Sperma befruchtet wird, in welchem beide Zeugungsſtoffe ſich thatſächlich vermiſchen; von da an wird nun die Richtung der Lebensbewegung durch die ſpecifiſche, oder richtiger individuelle Beſchaffenheit ſowohl des Samens als des Eies beſtimmt. Ueber die rein mechaniſche, materielle Natur dieſes Vorganges kann kein Zweifel ſein. Aber ſtaunend und bewundernd müſſen wir hier vor der unendlich verwickelten Molekular-Struktur der eiweißartigen Materie ſtill ſtehen. Staunen müſſen wir über die unleugbare Thatſache, daß die einfache Eizelle der Mutter, der einzige Samenfaden oder die flimmernde Spermazelle des Vaters ſo genau die molekulare individuelle Lebensbewegung dieſer beiden Individuen auf das Kind überträgt, daß nachher die feinſten körperlichen und geiſtigen Eigenthümlichkeiten der beiden Eltern an dieſem wieder erſcheinen.

Hier ſtehen wir vor einer mechaniſchen Naturerſcheinung, von welcher Virchow, der geiſtvolle Begründer der „Cellularpathologie", mit vollem Rechte ſagt: „Wenn der Naturforſcher dem Gebrauche der Geſchichtſchreiber und Kanzelredner zu folgen liebte, ungeheure und in ihrer Art einzige Erſcheinungen mit dem hohlen Gepränge ſchwerer und tönender Worte zu überziehen, ſo wäre hier

der Ort dazu; denn wir ſind an eines der großen Myſterien der thieriſchen Natur getreten, welche die Stellung des Thieres gegenüber der ganzen übrigen Erſcheinungswelt enthalten. Die Frage von der Zellenbildung, die Frage von der Erregung anhaltender gleichartiger Bewegung, endlich die Fragen von der Selbſtſtändigkeit des Nervenſyſtems und der Seele — das ſind die großen Aufgaben, an denen der Menſchengeiſt ſeine Kraft mißt. Die Beziehung des Mannes und des Weibes zur Eizelle zu erkennen, heißt faſt ſo viel, als alle jene Myſterien löſen. Die Entſtehung und Entwickelung der Eizelle im mütterlichen Körper, die Uebertragung körperlicher und geiſtiger Eigenthümlichkeiten des Vaters durch den Samen auf dieſelbe, berühren alle Fragen, welche der Menſchengeiſt je über des Menſchen Sein aufgeworfen hat.“ Und, fügen wir hinzu, ſie löſen dieſe höchſten Fragen mittelſt der Deſcendenztheorie in rein mechaniſchem, rein moniſtiſchem Sinne!

Daß alſo auch bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung des Menſchen und aller höheren Organismen die Vererbung, ein rein mechaniſcher Vorgang, unmittelbar durch den materiellen Zuſammenhang des zeugenden und des gezeugten Organismus bedingt iſt, ebenſo wie bei der einfachſten ungeſchlechtlichen Fortpflanzung der niederen Organismen, darüber kann kein Zweifel mehr ſein. Doch will ich Sie bei dieſer Gelegenheit ſogleich auf einen wichtigen Unterſchied aufmerkſam machen, welchen die Vererbung bei der geſchlechtlichen und bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung darbietet. Es iſt eine längſt bekannte Thatſache, daß die individuellen Eigenthümlichkeiten des zeugenden Organismus viel genauer durch die ungeſchlechtliche als durch die geſchlechtliche Fortpflanzung auf das erzeugte Individuum übertragen werden. Die Gärtner machen von dieſer Thatſache ſchon lange vielfach Gebrauch. Wenn z. B. von einer Baumart mit ſteifen, aufrecht ſtehenden Aeſten zufällig ein einzelnes Individuum herabhängende Zweige bekömmt, ſo kann der Gärtner in der Regel dieſe Eigenthümlichkeit nicht durch geſchlechtliche, ſondern nur durch ungeſchlechtliche Fortpflanzung vererben. Die von einem ſol-

chen Trauerbaum abgeſchnittenen Zweige, als Stecklinge gepflanzt, bilden ſpäterhin Bäume, welche ebenfalls hängende Aeſte haben, wie z. B. die Trauerweiden, Trauerbuchen. Samenpflanzen dagegen, welche man aus den Samen eines ſolchen Trauerbaumes zieht, erhalten in der Regel wieder die urſprüngliche, ſteife und aufrechte Zweigform der Voreltern. In ſehr auffallender Weiſe kann man daſſelbe auch an den ſogenannten „Blutbäumen" wahrnehmen, d. h. Spielarten von Bäumen, welche ſich durch rothe oder rothbraune Farbe der Blätter auszeichnen. Abkömmlinge von ſolchen Blutbäumen (z. B. Blutbuchen), welche man durch ungeſchlechtliche Fortpflanzung, durch Stecklinge erzeugt, zeigen die eigenthümliche Farbe und Beſchaffenheit der Blätter, welche das elterliche Individuum auszeichnet, während andere, aus den Samen der Blutbäume gezogene Individuen in die grüne Blattfarbe zurückſchlagen.

Dieſer Unterſchied in der Vererbung wird Ihnen ſehr natürlich vorkommen, ſobald Sie erwägen, daß der materielle Zuſammenhang zwiſchen zeugenden und erzeugten Individuen bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung viel inniger iſt und viel länger dauert, als bei der geſchlechtlichen. Die individuelle Richtung der molekularen Lebensbewegung kann ſich daher bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung viel länger und gründlicher in dem kindlichen Organismus befeſtigen, und viel ſtrenger vererben. Alle dieſe Erſcheinungen im Zuſammenhang betrachtet bezeugen klar, daß die Vererbung der körperlichen und geiſtigen Eigenſchaften ein rein materieller, mechaniſcher Vorgang iſt. Durch die Fortpflanzung wird eine größere oder geringere Quantität eiweißartiger Stofftheilchen, und damit zugleich die dieſen Protoplasma-Molekeln anhaftende individuelle Bewegungsform vom elterlichen Organismus auf den kindlichen übertragen. Indem dieſe Bewegungsform ſich beſtändig erhält, müſſen auch die feineren Eigenthümlichkeiten, die am elterlichen Organismus haften, früher oder ſpäter am kindlichen Organismus wieder erſcheinen.

# Neunter Vortrag.

## Vererbungsgesetze. Anpassung und Ernährung.

---

Unterscheidung der erhaltenden und fortschreitenden Vererbung. Gesetze der erhaltenden oder konservativen Erblichkeit: Vererbung ererbter Charaktere. Ununterbrochene oder kontinuirliche Vererbung. Unterbrochene oder latente Vererbung. Generationswechsel. Rückschlag. Verwilderung. Geschlechtliche oder sexuelle Vererbung. Sekundäre Sexualcharaktere. Gemischte oder amphigone Vererbung. Bastardzeugung. Abgekürzte oder vereinfachte Vererbung. Gesetze der fortschreitenden oder progressiven Erblichkeit: Vererbung erworbener Charaktere. Angepaßte oder erworbene Vererbung. Befestigte oder konstituirte Vererbung. Gleichzeitliche oder homochrone Vererbung. Gleichörtliche oder homotope Vererbung. Anpassung und Veränderlichkeit. Zusammenhang der Anpassung und der Ernährung. Unterscheidung der indirekten und direkten Anpassung.

Meine Herren! Von den beiden allgemeinen Lebensthätigkeiten der Organismen, der Anpassung und der Vererbung, welche in ihrer Wechselwirkung die verschiedenen Organismenarten hervorbringen, haben wir im letzten Vortrage die Vererbung betrachtet und wir haben versucht, diese in ihren Wirkungen so räthselhafte Lebensthätigkeit zurückzuführen auf eine andere physiologische Funktion der Organismen, auf die Fortpflanzung. Diese letztere beruht ihrerseits wieder, wie alle anderen Lebenserscheinungen der Thiere und Pflanzen, auf physikalischen und chemischen Verhältnissen. Allerdings erscheinen diese bisweilen äußerst verwickelt, lassen sich aber doch im Grunde auf einfache, mechanische Ursachen, auf Anziehungs-

und Abstoßungsverhältnisse der Stofftheilchen oder Molekeln, auf Bewegungserscheinungen der Materie zurückführen.

Bevor wir nun zur zweiten, der Vererbung entgegenwirkenden Funktion, der Erscheinung der Anpassung oder Abänderung, übergehen, erscheint es zweckmäßig, zuvor noch einen Blick auf die verschiedenen Aeußerungsweisen der Erblichkeit zu werfen, welche man vielleicht schon jetzt als „Vererbungsgesetze" aufstellen kann. Leider ist für diesen so außerordentlich wichtigen Gegenstand sowohl in der Zoologie, als auch in der Botanik, bisher nur sehr Wenig geschehen, und fast Alles, was man von den verschiedenen Vererbungsgesetzen weiß, beruht auf den Erfahrungen der Landwirthe und der Gärtner. Daher ist es nicht zu verwundern, daß im Ganzen diese äußerst interessanten und wichtigen Erscheinungen nicht mit der wünschenswerthen wissenschaftlichen Schärfe untersucht und in die Form von naturwissenschaftlichen Gesetzen gebracht worden sind. Was ich Ihnen demnach im Folgenden von den verschiedenen Vererbungsgesetzen mittheilen werde, sind nur einige vorläufige Bruchstücke, herausgenommen aus dem unendlich reichen Schatze, welcher für die Erkenntniß hier offen liegt.

Wir können zunächst alle verschiedenen Erblichkeitserscheinungen in zwei Gruppen bringen, welche wir als Vererbung ererbter Charaktere und Vererbung erworbener Charaktere unterscheiden; und wir können die erstere als die erhaltende (konservative) Vererbung, die zweite als die fortschreitende (progressive) Vererbung bezeichnen. Diese Unterscheidung beruht auf der äußerst wichtigen Thatsache, daß die Einzelwesen einer jeden Art von Thieren und Pflanzen nicht allein diejenigen Eigenschaften auf ihre Nachkommen vererben können, welche sie selbst von ihren Vorfahren ererbt haben, sondern auch die eigenthümlichen, individuellen Eigenschaften, die sie erst während ihres Lebens erworben haben. Diese letzteren werden durch die fortschreitende, die ersteren durch die erhaltende Erblichkeit übertragen. Zunächst haben wir nun hier die Erscheinungen der konservativen oder erhaltenden Vererbung zu untersuchen

d. h. der Vererbung ſolcher Eigenſchaften, welche der betreffende Organismus von ſeinen Eltern oder Vorfahren ſchon erhalten hat (Gen. Morph. II, 180).

Unter den Erſcheinungen der konſervativen Vererbung tritt uns zunächſt als das allgemeinſte Geſetz dasjenige entgegen, welches wir das Geſetz der ununterbrochenen oder kontinuirlichen Vererbung nennen können. Daſſelbe hat unter den höheren Thieren und Pflanzen ſo allgemeine Gültigkeit, daß der Laie zunächſt ſeine Wirkſamkeit überſchätzen und es für das einzige, allein maßgebende Vererbungsgeſetz halten dürfte. Es beſteht dieſes Geſetz einfach darin, daß innerhalb der meiſten Thier- oder Pflanzenarten jede Generation im Ganzen der andern gleich iſt, daß die Eltern ebenſo den Großeltern, wie den Kindern ähnlich ſind. „Gleiches erzeugt Gleiches", ſagt man gewöhnlich, richtiger aber: „Aehnliches erzeugt Aehnliches". Denn in der That ſind die Nachkommen oder Deſcendenten eines jeden Organismus demſelben niemals in allen Stücken abſolut gleich, ſondern immer nur in einem mehr oder weniger hohen Grade ähnlich. Dieſes Geſetz iſt ſo allgemein bekannt, daß ich keine Beiſpiele anzuführen brauche.

In einem gewiſſen Gegenſatze zu demſelben ſteht das Geſetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung, welche man auch als abwechſelnde oder alternirende Vererbung bezeichnen könnte. Dieſes wichtige Geſetz erſcheint hauptſächlich in Wirkſamkeit bei vielen niederen Thieren und Pflanzen, und äußert ſich hier, im Gegenſatz zu dem erſteren, darin, daß die Kinder den Eltern nicht gleich, ſondern ſehr unähnlich ſind, und daß erſt die dritte oder eine ſpätere Generation der erſten wieder ähnlich wird. Die Enkel ſind den Großeltern gleich, den Eltern aber ganz unähnlich. Es iſt das eine merkwürdige Erſcheinung, welche bekanntermaßen in geringerem Grade auch in den menſchlichen Familien ſehr häufig auftritt. Zweifelsohne wird Jeder von Ihnen einzelne Familienglieder kennen, welche in dieſer oder jener Eigenthümlichkeit viel mehr dem Großvater oder der Großmutter, als dem Vater oder der Mutter gleichen.

Bald sind es körperliche Eigenschaften, z. B. Gesichtszüge, Haarfarbe, Körpergröße, bald geistige Eigenheiten, z. B. Temperament, Energie, Verstand, welche in dieser Art sprungweise vererbt werden. Ebenso wie beim Menschen können Sie diese Thatsache bei den Hausthieren beobachten. Bei den am meisten veränderlichen Hausthieren, beim Hund, Pferd, Rind, machen die Thierzüchter sehr häufig die Erfahrung, daß ihr Züchtungsprodukt mehr dem großelterlichen, als dem elterlichen Organismus ähnlich ist. Wollen Sie dies Gesetz allgemein ausdrücken, und die Reihe der Generationen mit den Buchstaben des Alphabets bezeichnen, so wird A = C = E, ferner B = D = F u. s. f.

Noch viel auffallender, als bei den höheren, tritt Ihnen bei den niederen Thieren und Pflanzen diese sehr merkwürdige Thatsache entgegen, und zwar in dem berühmten Phänomen des Generationswechsels (Metagenesis). Hier finden Sie sehr häufig z. B. unter den Plattwürmern, Mantelthieren, Pflanzenthieren, ferner unter den Farnkräutern und Moosen, daß das organische Individuum bei der Fortpflanzung zunächst eine Form erzeugt, die gänzlich von der Elternform verschieden ist, und daß erst die Nachkommen dieser Generation der erstern wieder ähnlich werden. Dieser regelmäßige Generationswechsel wurde 1819 von dem Dichter Chamisso auf seiner Weltumsegelung bei den Salpen entdeckt, cylindrischen und glasartig durchsichtigen Mantelthieren, welche an der Oberfläche des Meeres schwimmen. Hier erzeugt die größere Generation, welche als Einsiedler lebt und ein hufeisenförmiges Auge besitzt, auf ungeschlechtlichem Wege (durch Knospenbildung) eine gänzlich verschiedene kleinere Generation. Die Individuen dieser zweiten kleineren Generation leben in Ketten vereinigt und besitzen ein kegelförmiges Auge. Jedes Individuum einer solchen Kette erzeugt auf geschlechtlichem Wege (als Zwitter) wiederum einen geschlechtslosen Einsiedler der ersten, größeren Generation. Es ist also hier bei den Salpen immer die erste, dritte, fünfte Generation, und ebenso die zweite, vierte sechste Generation einander ganz ähnlich. Nun ist es aber nicht

immer bloß eine Generation, die so überschlagen wird, sondern in anderen Fällen auch mehrere, so daß also die erste Generation der vierten, siebenten u. s. w. gleicht, die zweite der fünften und achten, die dritte der sechsten und neunten, und so weiter fort. Drei in dieser Weise verschiedene Generationen wechseln z. B. bei den zierlichen Seetönnchen (Doliolum) mit einander ab, kleinen Manteltieren, welche den Salpen nahe verwandt sind. Hier ist A = D = G, ferner B = E = H, und C = F = I. Bei den Blattläusen folgt auf jede geschlechtliche Generation eine Reihe von acht bis zehn bis zwölf ungeschlechtlichen Generationen, die unter sich ähnlich und von der geschlechtlichen verschieden sind. Dann tritt erst wieder eine geschlechtliche Generation auf, die der längst verschwundenen gleich ist.

Wenn Sie dieses merkwürdige Gesetz der latenten oder unterbrochenen Vererbung weiter verfolgen und alle dahin gehörigen Erscheinungen zusammenfassen, so können Sie auch die bekannten Erscheinungen des Rückschlags darunter begreifen. Unter Rückschlag oder Atavismus versteht man die allen Thierzüchtern bekannte merkwürdige Thatsache, daß bisweilen einzelne Thiere eine Form annehmen, welche schon seit vielen Generationen nicht vorhanden war, welche einer längst entschwundenen Generation angehört. Eines der merkwürdigsten hierher gehörigen Beispiele ist die Thatsache, daß bei einzelnen Pferden bisweilen ganz charakteristische dunkle Streifen auftreten, ähnlich denen des Zebra, Quagga und anderer wilden Pferdearten Afrika's. Hauspferde von den verschiedensten Rassen und von allen Farben zeigen bisweilen solche dunkle Streifen, z. B. einen Längsstreifen des Rückens, Querstreifen der Schultern und der Beine u. s. w. Die plötzliche Erscheinung dieser Streifen läßt sich nur erklären als eine Wirkung der latenten Vererbung, als ein Rückschlag in die längst verschwundene uralte gemeinsame Stammform aller Pferdearten, welche zweifelsohne gleich den Zebras, Quaggas u. s. w. gestreift war. Ebenso erscheinen auch bei anderen Hausthieren oft plötzlich gewisse Eigenschaften wieder, welche ihre längst ausgestor-

benen wilden Stammeltern auszeichneten. Auch unter den Pflanzen kann man den Rückſchlag ſehr häufig beobachten. Sie kennen wohl Alle das wilde gelbe Löwenmaul (Linaria vulgaris), eine auf unſeren Aeckern und Wegen ſehr gemeine Pflanze. Die rachenförmige gelbe Blüthe derſelben enthält zwei lange und zwei kurze Staubfäden. Bisweilen aber erſcheint eine einzelne Blüthe (Peloria), welche trichterförmig und ganz regelmäßig aus fünf einzelnen gleichen Abſchnitten zuſammengeſetzt iſt, mit fünf gleichartigen Staubfäden. Dieſe Peloria können wir nur erklären als einen Rückſchlag in die längſt entſchwundene uralte gemeinſame Stammform aller derjenigen Pflanzen, welche gleich dem Löwenmaul eine rachenförmige zweilippige Blüthe mit zwei langen und zwei kurzen Staubfäden beſitzen. Jene Stammform beſaß gleich der Peloria eine regelmäßige fünftheilige Blüthe mit fünf gleichen, ſpäter erſt allmählich ungleich werdenden Staubfäden. (Vergl. oben S. 14, 16.) Alle ſolche Rückſchläge ſind unter das Geſetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung zu bringen, wenn gleich die Zahl der Generationen, die überſprungen wird, ganz ungeheuer groß ſein kann.

Wenn Kulturpflanzen oder Hausthiere verwildern, wenn ſie den Bedingungen des Kulturlebens entzogen werden, ſo gehen ſie Veränderungen ein, welche nicht bloß als Anpaſſung an die neuerworbene Lebensweiſe erſcheinen, ſondern auch theilweiſe als Rückſchlag in die uralte Stammform, aus welcher die Kulturformen erzogen worden ſind. So kann man die verſchiedenen Sorten des Kohls, die ungemein in ihrer Form verſchieden ſind, durch abſichtliche Verwilderung allmählich auf die urſprüngliche Stammform zurückführen. Ebenſo ſchlagen die verwildernden Hunde, Pferde, Rinder u. ſ. w oft mehr oder weniger in eine längſt ausgeſtorbene Generation zurück. Es kann eine erſtaunlich lange Reihe von Generationen verfließen, ehe dieſe latente Vererbungskraft erliſcht.

Als ein drittes Geſetz der erhaltenden oder konſervativen Vererbung können wir das Geſetz der geſchlechtlichen oder ſexuellen Vererbung bezeichnen, nach welchem jedes Geſchlecht auf

seine Nachkommen desselben Geschlechts Eigenthümlichkeiten überträgt, welche es nicht auf die Nachkommen des andern Geschlechts vererbt. Die sogenannten „sekundären Sexualcharaktere", welche in mehrfacher Beziehung von außerordentlichem Interesse sind, liefern für dieses Gesetz überall zahlreiche Beispiele. Als untergeordnete oder sekundäre Sexualcharaktere bezeichnet man solche Eigenthümlichkeiten des einen der beiden Geschlechter, welche nicht unmittelbar mit den Geschlechtsorganen selbst zusammenhängen. Solche Charaktere, welche bloß dem männlichen Geschlecht zukommen, sind z. B. das Geweih des Hirsches, die Mähne des Löwen, der Sporn des Hahns. Hierher gehört auch der menschliche Bart, eine Zierde, welche gewöhnlich dem weiblichen Geschlecht versagt ist. Aehnliche Charaktere, welche bloß das weibliche Geschlecht auszeichnen, sind z. B. die entwickelten Brüste mit den Milchdrüsen der weiblichen Säugethiere, der Beutel der weiblichen Beutelthiere. Auch Körpergröße und Hautfärbung ist bei den weiblichen Thieren vieler Arten abweichend. Alle diese sekundären Geschlechtseigenschaften werden, ebenso wie die Geschlechtsorgane selbst, vom männlichen Organismus nur auf den männlichen vererbt, nicht auf den weiblichen, und umgekehrt. Die entgegengesetzten Thatsachen sind seltene Ausnahmen von der Regel.

Ein viertes hierher gehöriges Vererbungsgesetz steht in gewissem Sinne im Widerspruch mit dem letzterwähnten, und beschränkt dasselbe, nämlich das Gesetz der gemischten oder beiderseitigen (amphigonen) Vererbung. Dieses Gesetz sagt aus, daß ein jedes organische Individuum, welches auf geschlechtlichem Wege erzeugt wird, von beiden Eltern Eigenthümlichkeiten annimmt, sowohl vom Vater als von der Mutter. Diese Thatsache, daß von jedem der beiden Geschlechter persönliche Eigenschaften auf alle, sowohl männliche als weibliche Kinder übergehen, ist sehr wichtig. Goethe drückt sie von sich selbst in dem hübschen Verse aus:

„Vom Vater hab' ich die Statur, des Lebens ernstes Führen,
„Vom Mütterchen die Frohnatur und Lust zu fabuliren."

Diese Erscheinung wird Ihnen allen so bekannt sein, daß ich

hier darauf nicht weiter einzugehen brauche. Durch den verſchiedenen Antheil ihres Charakters, welchen Vater und Mutter auf ihre Kinder vererben, werden vorzüglich die individuellen Verſchiedenheiten der Geſchwiſter bedingt.

Unter dieſes Geſetz der gemiſchten oder amphigonen Vererbung gehört auch die ſehr wichtige und intereſſante Erſcheinung der Baſtardzeugung (Hybridismus). Richtig gewürdigt, genügt ſie allein ſchon vollſtändig, um das herrſchende Dogma von der Konſtanz der Arten zu widerlegen. Pflanzen ſowohl als Thiere, welche zwei ganz verſchiedenen Species angehören, können ſich mit einander geſchlechtlich vermiſchen und eine Nachkommenſchaft erzeugen, die in vielen Fällen ſich ſelbſt wieder fortpflanzen kann, und zwar entweder (häufiger) durch Vermiſchung mit einem der beiden Stammeltern, oder aber (ſeltener) durch reine Inzucht, indem Baſtard ſich mit Baſtard vermiſcht. Das letztere iſt z. B. bei den Baſtarden von Haſen und Kaninchen feſtgeſtellt (Lepus Darwinii, S. 131). Allbekannt ſind die Baſtarde zwiſchen Pferd und Eſel, zwei ganz verſchiedenen Arten einer Gattung (Equus). Dieſe Baſtarde ſind verſchieden, je nachdem der Vater oder die Mutter zu der einen oder zu der anderen Art, zum Pferd oder zum Eſel gehört. Das Maulthier (Mulus), welches von einer Pferdeſtute und einem Eſelhengſt erzeugt iſt, hat ganz andere Eigenſchaften als der Mauleſel (Hinnus), der Baſtard vom Pferdehengſt und der Eſelſtute. In jedem Fall iſt der Baſtard (Hybrida), der aus der Kreuzung zweier verſchiedener Arten erzeugte Organismus, eine Miſchform, welche Eigenſchaften von beiden Eltern angenommen hat; allein die Eigenſchaften des Baſtards ſind ganz verſchieden, je nach der Form der Kreuzung. So zeigen auch die Mulattenkinder, welche von einem Europäer mit einer Negerin erzeugt werden, eine andere Miſchung der Charaktere, als diejenigen Baſtarde, welche ein Neger mit einer Europäerin erzeugt. Bei dieſen Erſcheinungen der Baſtardzeugung ſind wir (wie bei den anderen vorher erwähnten Vererbungsgeſetzen) jetzt noch nicht im Stande, die bewirkenden Urſachen im Einzelnen

nachzuweiſen. Aber kein Naturforſcher zweifelt daran, daß d[ie] ſachen hier überall rein mechaniſch, in der Natur der [illegible]iſchen Materie ſelbſt begründet ſind. Wenn wir feinere Unterſuchungsmittel als unſere groben Sinnesorgane und deren Hülfsmittel hätten, ſo würden wir jene Urſachen erkennen, und auf die chemiſchen und phyſikaliſchen Eigenſchaften der Materie zurückführen können.

Als ein fünftes Geſetz müſſen wir nun unter den Erſcheinungen der konſervativen oder erhaltenden Vererbung noch das Geſetz der abgekürzten oder vereinfachten Vererbung anführen. Dieſes Geſetz iſt ſehr wichtig für die Embryologie oder Ontogenie, d. h. für die Entwickelungsgeſchichte der organiſchen Individuen. Wie ich bereits im erſten Vortrage (S. 10) erwähnte und ſpäter noch ausführlich zu erläutern habe, iſt die Ontogenie oder die Entwickelungsgeſchichte der Individuen weiter nichts als eine kurze und ſchnelle, durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung bedingte Wiederholung der Phylogenie, d. h. der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte des ganzen organiſchen Stammes oder Phylum, zu welchem der betreffende Organismus gehört. Wenn Sie z. B. die individuelle Entwickelung des Menſchen, des Affen, oder irgend eines anderen höheren Säugethieres innerhalb des Mutterleibes vom Ei an verfolgen, ſo finden Sie, daß der aus dem Ei entſtehende Keim oder Embryo eine Reihe von ſehr verſchiedenen Formen durchläuft, welche im Ganzen übereinſtimmt oder wenigſtens parallel iſt mit der Formenreihe, welche die hiſtoriſche Vorfahrenkette der höheren Säugethiere uns darbietet. Zu dieſen Vorfahren gehören gewiſſe Fiſche, Amphibien, Beutelthiere u. ſ. w. Allein der Parallelismus oder die Uebereinſtimmung dieſer beiden Entwickelungsreihen iſt niemals ganz vollſtändig. Vielmehr ſind in der Ontogenie immer Lücken und Sprünge, welche dem Ausfall einzelner Stadien der Phylogenie entſprechen. Wie Fritz Müller in ſeiner ausgezeichneten Schrift „Für Darwin“ [16]) an dem Beiſpiel der Cruſtaceen oder Krebſe vortrefflich erläutert hat, „wird die in der individuellen Entwickelungsgeſchichte erhaltene geſchichtliche Urkunde all-

[illegible]ach verwiſcht, indem die Entwickelung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen Thiere einſchlägt.“ Dieſe Verwiſchung oder Abkürzung wird durch das Geſetz der abgekürzten Vererbung bedingt, und ich will daſſelbe hier deshalb beſonders hervorheben, weil es von großer Bedeutung für das Verſtändniß der Embryologie iſt, und die anfangs befremdende Thatſache erklärt, daß nicht alle Entwickelungsformen, welche unſere Stammeltern durchlaufen haben, in der Formenreihe unſerer eigenen individuellen Entwickelung noch ſichtbar ſind.

Den bisher erörterten Geſetzen der erhaltenden oder konſervativen Vererbung ſtehen nun gegenüber die Vererbungserſcheinungen der zweiten Reihe, die Geſetze der fortſchreitenden oder progreſſiven Vererbung. Sie beruhen, wie erwähnt, darauf, daß der Organismus nicht allein diejenigen Eigenſchaften auf ſeine Nachkommen überträgt, die er bereits von den Voreltern ererbt hat, ſondern auch eine Anzahl von denjenigen individuellen Eigenthümlichkeiten, welche er ſelbſt erſt während ſeines Lebens erworben hat. Die Anpaſſung verbindet ſich hier bereits mit der Vererbung. (Gen. Morph. II, 186.)

Unter dieſen wichtigen Erſcheinungen der fortſchreitenden oder progreſſiven Vererbung können wir an die Spitze als das allgemeinſte das Geſetz der angepaßten oder erworbenen Vererbung ſtellen. Daſſelbe beſagt eigentlich weiter Nichts, als was ich eben ſchon ausſprach, daß unter beſtimmten Umſtänden der Organismus fähig iſt, alle Eigenſchaften auf ſeine Nachkommen zu vererben, welche er ſelbſt erſt während ſeines Lebens durch Anpaſſung erworben hat. Am deutlichſten zeigt ſich dieſe Erſcheinung natürlich dann, wenn die neu erworbene Eigenthümlichkeit die ererbte Form bedeutend abändert. Das war in den Beiſpielen der Fall, welche ich Ihnen in dem vorigen Vortrage von der Vererbung überhaupt angeführt habe, bei den Menſchen mit ſechs Fingern und Zehen, den Stachelſchweinmenſchen, den Blutbuchen, Trauerweiden u. ſ. w. Auch die Vererbung erworbener Krankheiten, z. B. der

nachzuweiſen. Aber kein Naturforſcher zweifelt daran, daß die Urſachen hier überall rein mechaniſch, in der Natur der organiſchen Materie ſelbſt begründet ſind. Wenn wir feinere Unterſuchungsmittel als unſere groben Sinnesorgane und deren Hülfsmittel hätten, ſo würden wir jene Urſachen erkennen, und auf die chemiſchen und phyſikaliſchen Eigenſchaften der Materie zurückführen können.

Als ein fünftes Geſetz müſſen wir nun unter den Erſcheinungen der konſervativen oder erhaltenden Vererbung noch das Geſetz der abgekürzten oder vereinfachten Vererbung anführen. Dieſes Geſetz iſt ſehr wichtig für die Embryologie oder Ontogenie, d. h. für die Entwickelungsgeſchichte der organiſchen Individuen. Wie ich bereits im erſten Vortrage (S. 10) erwähnte und ſpäter noch ausführlich zu erläutern habe, iſt die Ontogenie oder die Entwickelungsgeſchichte der Individuen weiter nichts als eine kurze und ſchnelle, durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung bedingte Wiederholung der Phylogenie, d. h. der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte des ganzen organiſchen Stammes oder Phylum, zu welchem der betreffende Organismus gehört. Wenn Sie z. B. die individuelle Entwickelung des Menſchen, des Affen, oder irgend eines anderen höheren Säugethieres innerhalb des Mutterleibes vom Ei an verfolgen, ſo finden Sie, daß der aus dem Ei entſtehende Keim oder Embryo eine Reihe von ſehr verſchiedenen Formen durchläuft, welche im Ganzen übereinſtimmt oder wenigſtens parallel iſt mit der Formenreihe, welche die hiſtoriſche Vorfahrenkette der höheren Säugethiere uns darbietet. Zu dieſen Vorfahren gehören gewiſſe Fiſche, Amphibien, Beutelthiere u. ſ. w. Allein der Parallelismus oder die Uebereinſtimmung dieſer beiden Entwickelungsreihen iſt niemals ganz vollſtändig. Vielmehr ſind in der Ontogenie immer Lücken und Sprünge, welche dem Ausfall einzelner Stadien der Phylogenie entſprechen. Wie Fritz Müller in ſeiner ausgezeichneten Schrift „Für Darwin“ [16]) an dem Beiſpiel der Cruſtaceen oder Krebſe vortrefflich erläutert hat, „wird die in der individuellen Entwickelungsgeſchichte erhaltene geſchichtliche Urkunde all-

mählich verwiſcht, indem die Entwickelung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen Thiere einſchlägt.“ Dieſe Verwiſchung oder Abkürzung wird durch das Geſetz der abgekürzten Vererbung bedingt, und ich will daſſelbe hier deshalb beſonders hervorheben, weil es von großer Bedeutung für das Verſtändniß der Embryologie iſt, und die anfangs befremdende Thatſache erklärt, daß nicht alle Entwickelungsformen, welche unſere Stammeltern durchlaufen haben, in der Formenreihe unſerer eigenen individuellen Entwickelung noch ſichtbar ſind.

Den bisher erörterten Geſetzen der erhaltenden oder konſervativen Vererbung ſtehen nun gegenüber die Vererbungserſcheinungen der zweiten Reihe, die Geſetze der fortſchreitenden oder progreſſiven Vererbung. Sie beruhen, wie erwähnt, darauf, daß der Organismus nicht allein diejenigen Eigenſchaften auf ſeine Nachkommen überträgt, die er bereits von den Voreltern ererbt hat, ſondern auch eine Anzahl von denjenigen individuellen Eigenthümlichkeiten, welche er ſelbſt erſt während ſeines Lebens erworben hat. Die Anpaſſung verbindet ſich hier bereits mit der Vererbung. (Gen. Morph. II, 186.)

Unter dieſen wichtigen Erſcheinungen der fortſchreitenden oder progreſſiven Vererbung können wir an die Spitze als das allgemeinſte das Geſetz der angepaßten oder erworbenen Vererbung ſtellen. Daſſelbe beſagt eigentlich weiter Nichts, als was ich eben ſchon ausſprach, daß unter beſtimmten Umſtänden der Organismus fähig iſt, alle Eigenſchaften auf ſeine Nachkommen zu vererben, welche er ſelbſt erſt während ſeines Lebens durch Anpaſſung erworben hat. Am deutlichſten zeigt ſich dieſe Erſcheinung natürlich dann, wenn die neu erworbene Eigenthümlichkeit die ererbte Form bedeutend abändert. Das war in den Beiſpielen der Fall, welche ich Ihnen in dem vorigen Vortrage von der Vererbung überhaupt angeführt habe, bei den Menſchen mit ſechs Fingern und Zehen, den Stachelſchweinmenſchen, den Blutbuchen, Trauerweiden u. ſ. w. Auch die Vererbung erworbener Krankheiten, z. B. der

Schwindſucht, des Wahnſinns, beweiſt dies Geſetz ſehr auffällig, ebenſo die Vererbung des Albinismus. Albinos oder Kakerlaken nennt man ſolche Individuen, welche ſich durch Mangel der Farbſtoffe oder Pigmente in der Haut auszeichnen. Solche kommen bei Menſchen, Thieren und Pflanzen ſehr verbreitet vor. Bei Thieren, welche eine beſtimmte dunkle Farbe haben, werden nicht ſelten einzelne Individuen geboren, welche der Farbe gänzlich entbehren, und bei den mit Augen verſehenen Thieren iſt dieſer Pigmentmangel auch auf die Augen ausgedehnt, ſo daß die gewöhnlich lebhaft oder dunkel gefärbte Regenbogenhaut oder Iris des Auges farblos iſt, aber wegen der durchſchimmernden Blutgefäße roth erſcheint. Bei manchen Thieren, z. B. den Kaninchen, Mäuſen, ſind ſolche Albinos mit weißem Fell und rothen Augen ſo beliebt, daß man ſie in großer Menge als beſondere Raſſe fortpflanzt. Dies wäre nicht möglich ohne das Geſetz der angepaßten Vererbung.

Welche von einem Organismus erworbene Abänderungen ſich auf ſeine Nachkommen übertragen werden, welche nicht, iſt von vornherein nicht zu beſtimmen, und wir kennen leider die beſtimmten Bedingungen nicht, unter denen die Vererbung erfolgt. Wir wiſſen nur im Allgemeinen, daß gewiſſe erworbene Eigenſchaften ſich viel leichter vererben als andere, z. B. als die durch Verwundung entſtehenden Verſtümmelungen. Dieſe letzteren werden in der Regel nicht erblich übertragen; ſonſt müßten die Deſcendenten von Menſchen, die ihre Arme oder Beine verloren haben, auch mit dem Mangel des entſprechenden Armes oder Beines geboren werden. Ausnahmen ſind aber auch hier vorhanden, und man hat z. B. eine ſchwanzloſe Hunderaſſe dadurch gezogen, daß man mehrere Generationen hindurch beiden Geſchlechtern des Hundes konſequent den Schwanz abſchnitt. Noch vor einigen Jahren kam hier in der Nähe von Jena auf einem Gute der Fall vor, daß beim unvorſichtigen Zuſchlagen des Stallthores einem Zuchtſtier der Schwanz an der Wurzel abgequetſcht wurde, und die von dieſem Stiere erzeugten Kälber wurden ſämmtlich ſchwanzlos geboren. Das iſt allerdings

eine Ausnahme. Es ist aber sehr wichtig, die Thatsache festzustellen, daß unter gewissen uns unbekannten Bedingungen auch solche gewaltsame Veränderungen erblich übertragen werden, in gleicher Weise wie viele Krankheiten.

In sehr vielen Fällen ist die Abänderung, welche durch angepaßte Vererbung übertragen und erhalten wird, angeboren, so bei dem vorher erwähnten Albinismus. Dann beruht die Abänderung auf derjenigen Form der Anpassung, welche wir die indirekte oder potentielle nennen. Ein sehr auffallendes Beispiel dafür liefert das hornlose Rindvieh von Paraguay in Südamerika. Daselbst wird eine besondere Rindviehrasse gezogen, die ganz der Hörner entbehrt. Sie stammt von einem einzigen Stiere ab, welcher im Jahre 1770 von einem gewöhnlichen gehörnten Elternpaare geboren wurde, und bei welchem der Mangel der Hörner durch irgend welche unbekannte Ursache veranlaßt worden war. Alle Nachkommen dieses Stieres, welche er mit einer gehörnten Kuh erzeugte, entbehrten der Hörner vollständig. Man fand diese Eigenschaft vortheilhaft, und indem man die ungehörnten Rinder unter einander fortpflanzte, erhielt man eine hornlose Rindviehrasse, welche gegenwärtig die gehörnten Rinder in Paraguay fast verdrängt hat. Ein ähnliches Beispiel liefern die nordamerikanischen Otterschafe. Im Jahre 1791 lebte in Massachusetts in Nordamerika ein Landwirth, Seth Wright mit Namen. In seiner wohlgebildeten Schafheerde wurde auf einmal ein Lamm geboren, welches einen auffallend langen Leib und ganz kurze und krumme Beine hatte. Es konnte daher keine großen Sprünge machen und namentlich nicht über den Zaun in des Nachbars Garten springen, eine Eigenschaft, welche dem Besitzer wegen der Abgrenzung des dortigen Gebiets durch Hecken sehr vortheilhaft erschien. Er kam also auf den Gedanken, diese Eigenschaft auf die Nachkommen zu übertragen, und in der That erzeugte er durch Kreuzung dieses Schafbocks mit wohlgebildeten Mutterschafen eine ganze Rasse von Schafen, die alle die Eigenschaften des Vaters hatten, kurze und gekrümmte Beine und einen langen Leib. Sie konnten alle

nicht über die Hecken ſpringen, und wurden deshalb in Maſſachuſetts damals ſehr beliebt und verbreitet.

Ein zweites Geſetz, welches ebenfalls unter die Reihe der progreſſiven oder fortſchreitenden Vererbung gehört, können wir das Geſetz der befeſtigten oder konſtituirten Vererbung nennen. Daſſelbe äußert ſich darin, daß Eigenſchaften, die von einem Organismus während ſeines individuellen Lebens erworben wurden, um ſo ſicherer auf ſeine Nachkommen erblich übertragen werden, je längere Zeit hindurch die Urſachen jener Abänderung einwirkten, und daß dieſe Abänderung um ſo ſicherer Eigenthum auch aller folgenden Generationen wird, je längere Zeit hindurch auch auf dieſe die abändernde Urſache einwirkt. Die durch Anpaſſung oder Abänderung neu erworbene Eigenſchaft muß in der Regel erſt bis zu einem gewiſſen Grade befeſtigt oder konſtituirt ſein, ehe mit Wahrſcheinlichkeit darauf zu rechnen iſt, daß ſich dieſelbe auch auf die Nachkommenſchaft erblich überträgt. In dieſer Beziehung verhält ſich die Vererbung ähnlich wie die Anpaſſung. Je längere Zeit hindurch eine neuerworbene Eigenſchaft bereits durch Vererbung übertragen iſt, deſto ſicherer wird ſie auch in den kommenden Generationen ſich erhalten. Wenn alſo z. B. ein Gärtner durch methodiſche Behandlung eine neue Aepfelſorte gezüchtet hat, ſo kann er um ſo ſicherer darauf rechnen, die erwünſchte Eigenthümlichkeit dieſer Sorte zu erhalten, je länger er dieſelbe bereits vererbt hat. Daſſelbe zeigt ſich deutlich in der Vererbung von Krankheiten. Je länger bereits in einer Familie Schwindſucht oder Wahnſinn erblich iſt, deſto tiefer gewurzelt iſt das Uebel, deſto wahrſcheinlicher werden auch alle folgenden Generationen davon ergriffen werden.

Endlich können wir die Betrachtung der Erblichkeitserſcheinungen ſchließen mit den beiden ungemein wichtigen Geſetzen der gleichörtlichen und der gleichzeitlichen Vererbung. Wir verſtehen darunter die Thatſache, daß Veränderungen, welche von einem Organismus während ſeines Lebens erworben und erblich auf ſeine Nachkommen übertragen wurden, bei dieſen an derſelben Stelle des Körpers hervor-

treten, an welcher der elterliche Organismus zuerst von ihnen betroffen wurde, und daß sie bei den Nachkommen auch im gleichen Lebensalter erscheinen, wie bei dem ersteren.

Das Gesetz der gleichzeitlichen oder homochronen Vererbung, welches Darwin das Gesetz der „Vererbung in korrespondirendem Lebensalter" nennt, läßt sich wiederum sehr deutlich an der Vererbung von Krankheiten nachweisen, zumal von solchen, die wegen ihrer Erblichkeit sehr verderblich werden. Diese treten im kindlichen Organismus in der Regel zu einer Zeit auf, welche derjenigen entspricht, in welcher der elterliche Organismus die Krankheit erwarb. Erbliche Erkrankungen der Lunge, der Leber, der Zähne, des Gehirns, der Haut u. s. w. erscheinen bei den Nachkommen gewöhnlich in der gleichen Zeit oder nur wenig früher, als sie beim elterlichen Organismus eintraten, oder von diesem überhaupt erworben wurden. Das Kalb bekommt seine Hörner in demselben Lebensalter wie seine Eltern. Ebenso erhält das junge Hirschkalb sein Geweih in derselben Lebenszeit, in welcher es bei seinem Vater und Großvater hervorgesproßt war. Bei jeder der verschiedenen Weinsorten reifen die Trauben zur selben Zeit, wie bei ihren Voreltern. Bekanntlich ist diese Reifezeit bei den verschiedenen Sorten sehr verschieden; da aber alle von einer einzigen Art abstammen, ist diese Verschiedenheit von den Stammeltern der einzelnen Sorten erst erworben worden und hat sich dann erblich fortgepflanzt.

Das Gesetz der gleichörtlichen oder homotopen Vererbung endlich, welches mit dem letzterwähnten Gesetze im engsten Zusammenhange steht, und welches man auch „das Gesetz der Vererbung an korrespondirender Körperstelle" nennen könnte, läßt sich wiederum in pathologischen Erblichkeitsfällen sehr deutlich erkennen. Große Muttermale z. B. oder Pigmentanhäufungen an einzelnen Hautstellen, ebenso Geschwülste der Haut, erscheinen oft Generationen hindurch nicht allein in demselben Lebensalter, sondern auch an derselben Stelle der Haut. Ebenso ist übermäßige Fettentwickelung an einzelnen Körperstellen erblich. Eigentlich aber sind für dieses

Gesetz, wie für das vorige, zahllose Beispiele überall in der Embryologie zu finden. Sowohl das Gesetz der gleichzeitlichen als das Gesetz der gleichörtlichen Vererbung sind Grundgesetze der Embryologie oder Ontogenie. Denn wir erklären uns durch diese Gesetze die merkwürdige Thatsache, daß die verschiedenen auf einander folgenden Formzustände während der individuellen Entwickelung in allen Generationen einer und derselben Art stets in derselben Reihenfolge auftreten, und daß die Umbildungen des Körpers immer an denselben Stellen erfolgen. Diese scheinbar einfache und selbstverständliche Erscheinung ist doch überaus wunderbar und merkwürdig; wir können die näheren Ursachen derselben nicht erklären, aber mit Sicherheit behaupten, daß sie auf der unmittelbaren Uebertragung der organischen Materie vom elterlichen auf den kindlichen Organismus beruhen, wie wir es im Vorigen für den Vererbungsprozeß im Allgemeinen aus den Thatsachen der Fortpflanzung nachgewiesen haben.

Nachdem wir so die wichtigsten Vererbungsgesetze hervorgehoben haben, wenden wir uns zur zweiten Reihe der Erscheinungen, welche bei der natürlichen Züchtung in Betracht kommen, nämlich zu denen der Anpassung oder Abänderung. Diese Erscheinungen stehen, im Großen und Ganzen betrachtet, in einem gewissen Gegensatze zu den Vererbungserscheinungen, und die Schwierigkeit, welche die Betrachtung beider darbietet, besteht zunächst darin, daß beide sich auf das Vollständigste durchkreuzen und verweben. Daher sind wir nur selten im Stande, bei den Formveränderungen, die unter unsern Augen geschehen, mit Sicherheit zu sagen, wieviel davon auf die Vererbung, wieviel auf die Abänderung zu beziehen ist. Alle Formcharaktere, durch welche sich die Organismen unterscheiden, sind entweder durch die Vererbung oder durch die Anpassung verursacht; da aber beide Funktionen beständig in Wechselwirkung zu einander stehen, ist es für den Systematiker außerordentlich schwer, den Antheil jeder der beiden Funktionen an der speciellen Bildung der einzelnen Formen zu erkennen. Dies ist gegenwärtig um so schwieriger, als man sich noch kaum der ungeheuren Bedeutung dieser That-

sache bewußt geworden ist, und als die meisten Naturforscher die Theorie der Anpassung, ebenso wie die der Vererbung vernachlässigt haben. Die soeben aufgestellten Vererbungsgesetze, wie die sogleich anzuführenden Gesetze der Anpassung, bilden gewiß nur einen kleinen Bruchtheil der vorhandenen, meist noch nicht untersuchten Erscheinungen dieses Gebietes; und da jedes dieser Gesetze mit jedem anderen in Wechselbeziehung treten kann, so geht daraus die unendliche Verwickelung von physiologischen Thätigkeiten hervor, die bei der Formbildung der Organismen in der That wirksam sind.

Was nun die Erscheinung der Abänderung oder Anpassung im Allgemeinen betrifft, so müssen wir dieselbe, ebenso wie die Thatsache der Vererbung, als eine ganz allgemeine physiologische Grundeigenschaft aller Organismen ohne Ausnahme hinstellen, als eine Lebensäußerung, welche von dem Begriffe des Organismus gar nicht zu trennen ist. Streng genommen müssen wir auch hier, wie bei der Vererbung, zwischen der Anpassung selbst und der Anpassungsfähigkeit unterscheiden. Unter Anpassung (Adaptatio) oder Abänderung (Variatio) verstehen wir die Thatsache, daß der Organismus in Folge von Einwirkungen der umgebenden Außenwelt gewisse neue Eigenthümlichkeiten in seiner Lebensthätigkeit, Mischung und Form annimmt, welche er nicht von seinen Eltern geerbt hat; diese erworbenen individuellen Eigenschaften stehen den ererbten gegenüber, welche seine Eltern und Voreltern auf ihn übertragen haben. - Dagegen nennen wir Anpassungsfähigkeit (Adaptabilitas) oder Veränderlichkeit (Variabilitas) die allen Organismen inne wohnende Fähigkeit, derartige neue Eigenschaften unter dem Einflusse der Außenwelt zu erwerben. (Gen. Morph. II, 191.)

Die unleugbare Thatsache der organischen Anpassung oder Abänderung ist allbekannt, und an tausend uns umgebenden Erscheinungen jeden Augenblick wahrzunehmen. Allein gerade deshalb, weil die Erscheinungen der Abänderung durch äußere Einflüsse selbstverständlich erscheinen, hat man dieselben bisher noch fast gar nicht einer genaueren wissenschaftlichen Untersuchung unterzogen. Es ge-

hören dahin alle Erscheinungen, welche wir als die Folgen der Angewöhnung und Abgewöhnung, der Uebung und Nichtübung betrachten, oder als die Folgen der Dressur, der Erziehung, der Acclimatisation, der Gymnastik u. s. w. Auch viele bleibende Veränderungen durch krankmachende Ursachen, viele Krankheiten sind weiter nichts als gefährliche Anpassungen des Organismus an verderbliche Lebensbedingungen. Bei den Kulturpflanzen und Hausthieren tritt die Erscheinung der Abänderung so auffallend und mächtig hervor, daß eben darauf der Thierzüchter und Gärtner seine ganze Thätigkeit gründet, oder vielmehr auf die Wechselbeziehung, in welche er diese Erscheinungen mit denen der Vererbung setzt. Ebenso ist es bei den Pflanzen und Thieren im wilden Zustande allbekannt, daß sie abändern oder variiren. Jede systematische Bearbeitung einer Thier- oder Pflanzengruppe müßte, wenn sie ganz vollständig und erschöpfend sein wollte, bei jeder einzelnen Art eine Menge von Abänderungen anführen, welche mehr oder weniger von der herrschenden oder typischen Hauptform der Species abweichen. In der That finden Sie in jedem genauer gearbeiteten systematischen Specialwerk bei den meisten Arten eine Anzahl von solchen Variationen oder Umbildungen angeführt, welche bald als individuelle Abweichungen, bald als sogenannte Spielarten, Rassen, Varietäten, Abarten oder Unterarten bezeichnet werden, und welche oft außerordentlich weit sich von der Stammart entfernen, lediglich durch die Anpassung des Organismus an die äußern Lebensbedingungen.

Wenn wir nun zunächst die allgemeinen Ursachen dieser Anpassungserscheinungen zu ergründen suchen, so kommen wir zu dem Resultate, daß dieselben in Wirklichkeit so einfach sind, als die Ursachen der Erblichkeitserscheinungen. Wie wir für die Vererbungsthatsachen die Fortpflanzung als allgemeine Grundursache nachgewiesen, die Uebertragung der elterlichen Materie auf den kindlichen Körper, so können wir für die Thatsachen der Anpassung oder Abänderung, als die allgemeine Grundursache, die physiologische Thätigkeit der Ernährung oder des Stoffwechsels hinstellen. Wenn ich hier die „Ernährung" als Grundursache der Abänderung und Anpassung an

führe, so nehme ich dieses Wort im weitesten Sinne, und verstehe darunter die gesammten materiellen Veränderungen, welche der Organismus in allen seinen Theilen durch die Einflüsse der ihn umgebenden Außenwelt erleidet. Es gehört also zur Ernährung nicht allein die Aufnahme der wirklich nährenden Stoffe und der Einfluß der verschiedenartigen Nahrung, sondern auch z. B. die Einwirkung des Wassers und der Atmosphäre, der Einfluß des Sonnenlichts, der Temperatur und aller derjenigen meteorologischen Erscheinungen, welche man unter dem Begriff „Klima" zusammenfaßt. Auch der mittelbare und unmittelbare Einfluß der Bodenbeschaffenheit und des Wohnorts gehört hierher, ferner der äußerst wichtige und vielseitige Einfluß, welchen die umgebenden Organismen, die Freunde und Nachbarn, die Feinde und Räuber, die Schmarotzer oder Parasiten u. s. w. auf jedes Thier und auf jede Pflanze ausüben. Alle diese und noch viele andere höchst wichtige Einwirkungen, welche alle den Organismus mehr oder weniger in seiner materiellen Zusammensetzung verändern, müssen hier beim Stoffwechsel in Betracht gezogen werden. Demgemäß wird die Anpassung die Folge aller jener materiellen Veränderungen sein, welche die äußeren Existenz-Bedingungen, die Einflüsse der umgebenden Außenwelt im Stoffwechsel des Organismus hervorbringen.

Wie sehr jeder Organismus von seiner gesammten äußeren Umgebung abhängt und durch deren Wechsel verändert wird, ist Ihnen Allen im Allgemeinen bekannt. Denken Sie bloß daran, wie die menschliche Thatkraft von der Temperatur der Luft abhängig ist, oder die Gemüthsstimmung von der Farbe des Himmels. Je nachdem der Himmel wolkenlos und sonnig ist, oder mit trüben, schweren Wolken bedeckt, ist unsere Stimmung heiter oder trübe. Wie anders empfinden und denken wir im Walde während einer stürmischen Winternacht und während eines heitern Sommertages! Alle diese verschiedenen Stimmungen unserer Seele beruhen auf rein materiellen Veränderungen unseres Gehirns, auf molekularen Plasma-Bewegungen, welche mittelst der Sinne durch die verschiedene Einwirkung des Lichtes, der Wärme, der Feuchtigkeit u. s. w. hervorgebracht werden. „Wir sind ein Spiel von jedem Druck der Luft!"

Nicht minder wichtig und tiefgreifend sind die Einwirkungen, welche unser Geist und unser Körper durch die verschiedene Qualität und Quantität der Nahrungsmittel im engeren Sinne erfährt. Unsere Geistesarbeit, die Thätigkeit unseres Verstandes und unserer Phantasie ist gänzlich verschieden, je nachdem wir vor und während derselben Thee und Kaffee, oder Wein und Bier genossen haben. Unsere Stimmungen, Wünsche und Gefühle sind ganz anders, wenn wir hungern und wenn wir gesättigt sind. Der Nationalcharakter der Engländer und der Gauchos in Südamerika, welche vorzugsweise von Fleisch, von stickstoffreicher Nahrung leben, ist gänzlich verschieden von demjenigen der kartoffelessenden Irländer und der reisessenden Chinesen, welche vorwiegend stickstofflose Nahrung genießen. Auch lagern die letzteren viel mehr Fett ab, als die ersteren. Hier wie überall gehen die Veränderungen des Geistes mit entsprechenden Umbildungen des Körpers Hand in Hand; beide sind durch rein materielle Ursachen bedingt. Ganz ebenso wie der Mensch, werden aber auch alle anderen Organismen durch die verschiedenen Einflüsse der Ernährung abgeändert und umgebildet. Ihnen Allen ist bekannt, daß wir ganz willkürlich die Form, Größe, Farbe u. s. w. bei unseren Kulturpflanzen und Hausthieren durch Veränderung der Nahrung abändern können, daß wir z. B. einer Pflanze ganz bestimmte Eigenschaften nehmen oder geben können, je nachdem wir sie einem größeren oder geringeren Grade von Sonnenlicht und Feuchtigkeit aussetzen. Da diese Erscheinungen ganz allgemein verbreitet und bekannt sind, und wir sogleich zur Betrachtung der verschiedenen Anpassungsgesetze übergehen werden, wollen wir uns hier nicht länger bei den allgemeinen Thatsachen der Abänderung aufhalten.

Gleichwie die verschiedenen Vererbungsgesetze sich naturgemäß in die beiden Reihen der konservativen und der progressiven Vererbung sondern lassen, so kann man unter den Anpassungsgesetzen ebenfalls zwei verschiedene Reihen unterscheiden, nämlich erstens die Reihe der indirekten oder mittelbaren, und zweitens die Reihe der direkten oder unmittelbaren Anpassungsgesetze. Letztere kann man auch als aktuelle, erstere als potentielle Anpassungsgesetze bezeichnen.

Die erſte Reihe, welche die Erſcheinungen der unmittelbaren oder indirekten (potentiellen) Anpaſſung umfaßt, iſt im Ganzen bis jetzt ſehr wenig berückſichtigt worden, und es bleibt das Verdienſt Darwin's, auf dieſe Reihe von Veränderungen ganz beſonders hingewieſen zu haben. Es iſt etwas ſchwierig, dieſen Gegenſtand gehörig klar darzuſtellen; ich werde verſuchen, Ihnen denſelben nachher durch Beiſpiele deutlich zu machen. Ganz allgemein ausgedrückt beſteht die indirekte oder potentielle Anpaſſung in der Thatſache, daß gewiſſe Veränderungen im Organismus, welche durch den Einfluß der Nahrung (im weiteſten Sinne) und überhaupt der äußeren Exiſtenzbedingungen bewirkt werden, nicht in der individuellen Formbeſchaffenheit des betroffenen Organismus ſelbſt, ſondern in derjenigen ſeiner Nachkommen ſich äußern und in die Erſcheinung treten. So wird namentlich bei den Organismen, welche ſich auf geſchlechtlichem Wege fortpflanzen, das Reproduktionsſyſtem oder der Geſchlechtsapparat oft durch äußere Wirkungen, welche im Uebrigen den Organismus wenig berühren, dergeſtalt beeinflußt, daß die Nachkommenſchaft deſſelben eine ganz veränderte Bildung zeigt. Sehr auffällig kann man das an den künſtlich erzeugten Monſtroſitäten ſehen. Man kann Monſtroſitäten oder Mißgeburten dadurch erzeugen, daß man den elterlichen Organismus einer beſtimmten, außerordentlichen Lebensbedingung unterwirft. Dieſe ungewohnte Lebensbedingung erzeugt aber nicht eine Veränderung des Organismus ſelbſt, ſondern eine Veränderung ſeiner Nachkommen. Man kann das nicht als Vererbung bezeichnen, weil ja nicht eine im elterlichen Organismus vorhandene Eigenſchaft als ſolche erblich auf die Nachkommen übertragen wird. Vielmehr tritt eine Abänderung, welche den elterlichen Organismus betraf, aber nicht wahrnehmbar afficirte, erſt in der eigenthümlichen Bildung ſeiner Nachkommen wirkſam zu Tage. Bloß der Anſtoß zu dieſer neuen Bildung wird durch das Ei der Mutter oder durch den Samenfaden des Vaters bei der Fortpflanzung übertragen. Die Neubildung iſt im elterlichen Organismus bloß der Möglichkeit nach (potentia) vorhanden; im kindlichen wird ſie zur Wirklichkeit (actu).

Während man diese sehr wichtige und sehr allgemeine Erscheinung bisher ganz vernachlässigt hatte, war man geneigt, alle wahrnehmbaren Abänderungen und Umbildungen der organischen Formen als Anpassungserscheinungen der zweiten Reihe zu betrachten, derjenigen der unmittelbaren oder direkten (aktuellen) Anpassung. Das Wesen dieser Anpassungsgesetze liegt darin, daß die den Organismus betreffende Veränderung (in der Ernährung u. s. w.) bereits in dessen eigener Umbildung und nicht erst in derjenigen seiner Nachkommen sich äußert. Hierher gehören alle die bekannten Erscheinungen, bei denen wir den umgestaltenden Einfluß des Klimas, der Nahrung, der Erziehung, Dressur u. s. w. unmittelbar an den betroffenen Individuen selbst in seiner Wirkung verfolgen können.

Wie die beiden Erscheinungsreihen der konservativen und der progressiven Vererbung trotz ihres prinzipiellen Unterschiedes vielfach in einander greifen und sich gegenseitig modificiren, vielfach zusammenwirken und sich durchkreuzen, so gilt das in noch höherem Maße von den beiden entgegengesetzten und doch innig zusammenhängenden Erscheinungsreihen der indirekten und der direkten Anpassung. Einige Naturforscher, namentlich Darwin und Carl Vogt, schreiben den indirekten oder potentiellen Anpassungen eine viel bedeutendere oder selbst eine fast ausschließliche Wirksamkeit zu. Die Mehrzahl der Naturforscher aber war bisher geneigt, umgekehrt das Hauptgewicht auf die Wirkung der direkten oder aktuellen Anpassungen zu legen. Ich halte diesen Streit vorläufig für ziemlich unnütz. Nur selten sind wir in der Lage, im einzelnen Abänderungsfalle beurtheilen zu können, wieviel davon auf Rechnung der direkten, wieviel auf Rechnung der indirekten Anpassung kömmt. Wir kennen im Ganzen diese außerordentlich wichtigen und verwickelten Verhältnisse noch viel zu wenig, und können daher nur im Allgemeinen die Behauptung aufstellen, daß die Umbildung der organischen Formen entweder bloß der direkten, oder bloß der indirekten, oder endlich drittens dem Zusammenwirken der direkten und der indirekten Anpassung zuzuschreiben ist.

# Zehnter Vortrag.

## Anpassungsgesetze.

Gesetze der indirekten oder potentiellen Anpassung. Individuelle Anpassung. Monströse oder sprungweise Anpassung. Geschlechtliche oder sexuelle Anpassung. Gesetze der direkten oder aktuellen Anpassung. Allgemeine oder universelle Anpassung. Gehäufte oder cumulative Anpassung. Gehäufte Einwirkung der äußeren Existenzbedingungen und gehäufte Gegenwirkung des Organismus. Der freie Wille. Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Uebung und Gewohnheit. Wechselbezügliche oder korrelative Anpassung. Wechselbeziehungen der Entwickelung. Korrelation der Organe. Erklärung der indirekten oder potentiellen Anpassung durch die Korrelation der Geschlechtsorgane und der übrigen Körpertheile. Abweichende oder divergente Anpassung. Unbeschränkte oder unendliche Anpassung.

Meine Herren! Die Erscheinungen der Anpassung oder Abänderung, welche in Verbindung und in Wechselwirkung mit den Vererbungserscheinungen die ganze unendliche Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen hervorbringen, hatten wir im letzten Vortrage in zwei verschiedene Gruppen gebracht, erstens die Reihe der indirekten oder potentiellen und zweitens die Reihe der direkten oder aktuellen Anpassungen. Wir wenden uns nun heute zu einer näheren Betrachtung der verschiedenen allgemeinen Gesetze, welche wir unter diesen beiden Reihen von Abänderungserscheinungen zu erkennen im Stande sind. Lassen Sie uns zunächst die merkwürdigen und sehr wichtigen, obwohl bisher sehr vernachlässigten Erscheinungen der indirekten oder mittelbaren Abänderung in's Auge fassen.

Die indirekte oder potentielle Anpaſſung äußert ſich, wie Sie ſich erinnern werden, in der auffallenden und äußerſt wichtigen Thatſache, daß die organiſchen Individuen Umbildungen erleiden und neue Formen annehmen in Folge von Ernährungsveränderungen, welche nicht ſie ſelbſt, ſondern ihren elterlichen Organismus betrafen. Der umgeſtaltende Einfluß der äußeren Exiſtenzbedingungen, des Klimas, der Nahrung ꝛc. äußert hier ſeine Wirkung nicht direkt, in der Umbildung des Organismus ſelbſt, ſondern indirekt, in derjenigen ſeiner Nachkommen (Gen. Morph. II, 202).

Als das oberſte und allgemeinſte von den Geſetzen der indirekten Abänderung können wir das Geſetz der individuellen Anpaſſung hinſtellen, nämlich den wichtigen Satz, daß alle organiſchen Individuen von Anbeginn ihrer individuellen Exiſtenz an ungleich, wenn auch oft höchſt ähnlich ſind. Zum Beweis dieſes Satzes können wir zunächſt auf die Thatſache hinweiſen, daß beim Menſchen allgemein alle Geſchwiſter, alle Kinder eines Elternpaares von Geburt an ungleich ſind. Es wird Niemand behaupten, daß zwei Geſchwiſter bei der Geburt noch vollkommen gleich ſind, daß die Größe aller einzelnen Körpertheile, die Zahl der Kopfhaare, der Oberhautzellen, der Blutzellen in beiden Geſchwiſtern ganz gleich ſei, daß beide dieſelben Anlagen und Talente mit auf die Welt gebracht haben. Ganz beſonders beweiſend für dieſes Geſetz der individuellen Verſchiedenheit iſt aber die Thatſache, daß bei denjenigen Thieren, welche mehrere Junge werfen, z. B. bei den Hunden und Katzen, alle Jungen eines jeden Wurfes von einander verſchieden ſind, bald durch geringere, bald durch auffallendere Differenzen in der Größe, Färbung, Länge der einzelnen Körpertheile, Stärke u. ſ. w. Nun gilt aber dieſes Geſetz ganz allgemein. Alle organiſchen Individuen ſind von Anfang an durch gewiſſe, wenn auch oft höchſt feine Unterſchiede ausgezeichnet und die Urſache dieſer individuellen Unterſchiede, wenn auch im Einzelnen uns gewöhnlich ganz unbekannt, liegt theilweiſe oder ausſchließlich in gewiſſen Einwirkungen, welche die Fortpflanzungsorgane des elterlichen Organismus erfahren haben.

Weniger wichtig und allgemein, als dieſes Geſetz der individuellen Abänderung, iſt ein zweites Geſetz der indirekten Anpaſſung, welches wir das Geſetz der monſtröſen oder ſprungweiſen Anpaſſung nennen wollen. Hier ſind die Abweichungen des kindlichen Organismus von der elterlichen Form ſo auffallend, daß wir ſie in der Regel als Mißgeburten oder Monſtroſitäten bezeichnen können. Dieſe werden in vielen Fällen, wie es durch Experimente nachgewieſen iſt, dadurch erzeugt, daß man den elterlichen Organismus einer beſtimmten Behandlung unterwirft, in eigenthümliche Ernährungsverhältniſſe verſetzt, z. B. Luft und Licht ihm entzieht oder andere auf ſeine Ernährung mächtig einwirkende Einflüſſe in beſtimmter Weiſe abändert. Die neue Exiſtenzbedingung bewirkt eine ſtarke und auffallende Abänderung der Geſtalt, aber nicht an dem unmittelbar davon betroffenen Organismus, ſondern erſt an deſſen Nachkommenſchaft. Die Art und Weiſe dieſer Einwirkung im Einzelnen zu erkennen, iſt uns auch hier nicht möglich, und wir können nur ganz im Allgemeinen den urſächlichen Zuſammenhang zwiſchen der monſtröſen Bildung des Kindes und einer gewiſſen Veränderung in den Exiſtenzbedingungen ſeiner Eltern, ſowie deren Einfluß auf die Fortpflanzungsorgane der letzteren, feſtſtellen. In dieſe Reihe der monſtröſen oder ſprungweiſen Abänderungen gehören wahrſcheinlich die früher erwähnten Erſcheinungen des Albinismus, ſowie die einzelnen Fälle von Menſchen mit ſechs Fingern und Zehen, von ungehörnten Rindern, ſowie von Schafen und Ziegen mit vier oder ſechs Hörnern. Wahrſcheinlich verdankt in allen dieſen Fällen die monſtröſe Abänderung ihre Entſtehung einer Urſache, welche zunächſt nur das Reproduktionsſyſtem des elterlichen Organismus, das Ei der Mutter oder das Sperma des Vaters afficirte.

Als eine dritte eigenthümliche Aeußerung der indirekten Anpaſſung können wir das Geſetz der geſchlechtlichen oder ſexuellen Anpaſſung bezeichnen. So nennen wir die merkwürdige Thatſache, daß beſtimmte Einflüſſe, welche auf die männlichen Fortpflanzungsorgane einwirken, nur in der Formbildung der männlichen Nach-

kommen, und ebenso andere Einflüsse, welche die weiblichen Geschlechtsorgane betreffen, nur in der Gestaltveränderung der weiblichen Nachkommen ihre Wirkung äußern. Diese merkwürdige Erscheinung ist noch sehr dunkel und wenig beachtet, wahrscheinlich aber von großer Bedeutung für die Entstehung der früher betrachteten „sekundären Sexualcharaktere".

Alle die angeführten Erscheinungen der geschlechtlichen, der sprungweisen und der individuellen Anpassung, welche wir als „Gesetze der indirekten oder mittelbaren (potentiellen) Anpassung" zusammenfassen können, sind uns in ihrem eigentlichen Wesen, in ihrem tieferen ursächlichen Zusammenhang noch äußerst wenig bekannt. Nur soviel läßt sich schon jetzt mit Sicherheit behaupten, daß sehr zahlreiche und wichtige Umbildungen der organischen Formen diesem Vorgange ihre Entstehung verdanken. Viele und auffallende Formveränderungen sind lediglich bedingt durch Ursachen, welche zunächst nur auf die Ernährung des elterlichen Organismus und zwar auf dessen Fortpflanzungsorgane einwirkten. Offenbar sind hierbei die wichtigen Wechselbeziehungen, in denen die Geschlechtsorgane zu den übrigen Körpertheilen stehen, von der größten Bedeutung. Von diesen werden wir sogleich bei dem Gesetze der wechselbezüglichen Anpassung noch mehr zu sagen haben. Wie mächtig überhaupt Veränderungen in den Lebensbedingungen, in der Ernährung auf die Fortpflanzung der Organismen einwirken, beweist allein schon die merkwürdige Thatsache, daß zahlreiche wilde Thiere, die wir in unseren zoologischen Gärten halten, und ebenso viele in unsere botanischen Gärten verpflanzte exotische Gewächse nicht mehr im Stande sind, sich fortzupflanzen, so z. B. die meisten Raubvögel, Papageyen und Affen. Auch der Elephant und die bärenartigen Raubthiere werfen in der Gefangenschaft fast niemals Junge. Ebenso werden viele Pflanzen im Kulturzustande unfruchtbar. Es erfolgt zwar die Verbindung der beiden Geschlechter, aber keine Befruchtung oder keine Entwickelung der befruchteten Keime. Hieraus ergiebt sich unzweifelhaft, daß die durch den Kulturzustand veränderte Ernährungsweise

die Fortpflanzungsfähigkeit gänzlich aufzuheben, alſo den größten Einfluß auf die Geſchlechtsorgane auszuüben im Stande iſt. Ebenſo können andere Anpaſſungen oder Ernährungsveränderungen des elterlichen Organismus zwar nicht den gänzlichen Ausfall der Nachkommenſchaft, wohl aber bedeutende Umbildungen in deren Form veranlaſſen.

Viel bekannter als die Erſcheinungen der indirekten oder potentiellen Anpaſſung ſind diejenigen der direkten oder aktuellen Anpaſſung, zu deren näherer Betrachtung wir uns jetzt wenden. Es gehören hierher alle diejenigen Abänderungen der Organismen, welche man als die Folgen der Uebung, Gewohnheit, Dreſſur, Erziehung u. ſ. w. betrachtet, ebenſo diejenigen Umbildungen der organiſchen Formen, welche unmittelbar durch den Einfluß der Nahrung, des Klimas und anderer äußerer Exiſtenzbedingungen bewirkt werden. Wie ſchon vorher bemerkt, tritt hier bei der direkten oder unmittelbaren Anpaſſung der umbildende Einfluß der äußeren Urſache unmittelbar in der Form des betroffenen Organismus ſelbſt, und nicht erſt in derjenigen ſeiner Nachkommenſchaft wirkſam zu Tage (Gen. Morph. II, 207).

Unter den verſchiedenen Geſetzen der direkten oder aktuellen Anpaſſung können wir als das oberſte und umfaſſendſte das Geſetz der allgemeinen oder univerſellen Anpaſſung an die Spitze ſtellen. Daſſelbe läßt ſich kurz in dem Satze ausſprechen: „Alle organiſchen Individuen werden im Laufe ihres Lebens durch Anpaſſung an verſchiedene Lebensbedingungen einander ungleich, obwohl die Individuen einer und derſelben Art ſich meiſtens ſehr ähnlich bleiben.“ Eine gewiſſe Ungleichheit der organiſchen Individuen wurde, wie Sie ſahen, ſchon durch das Geſetz der individuellen (indirekten) Anpaſſung bedingt. Allein dieſe urſprüngliche Ungleichheit der Einzelweſen wird ſpäterhin dadurch noch geſteigert, daß jedes Individuum ſich während ſeines ſelbſtſtändigen Lebens ſeinen eigenthümlichen Exiſtenzbedingungen unterwirft und anpaßt. Alle verſchiedenen Einzelweſen einer jeden Art, ſo ähnlich ſie in ihren erſten

Lebensstadien auch sein mögen, werden im weitern Verlaufe der Existenz einander mehr oder minder ungleich. In geringeren oder bedeutenderen Eigenthümlichkeiten entfernen sie sich von einander, und das ist eine natürliche Folge der verschiedenen Bedingungen, unter denen alle Individuen leben. Es giebt nicht zwei einzelne Wesen irgend einer Art, die unter ganz gleichen äußeren Umständen ihr Leben vollbringen. Die Lebensbedingungen der Nahrung, der Feuchtigkeit, der Luft, des Lichtes, ferner die Lebensbedingungen der Gesellschaft, die Wechselbeziehungen zu den umgebenden Individuen derselben Art und anderer Arten, sind bei allen Einzelwesen verschieden; und diese Verschiedenheit wirkt zunächst auf die Funktionen, weiterhin auf die Formen jedes einzelnen Organismus umbildend ein. Wenn Geschwister einer menschlichen Familie schon von Anfang an gewisse individuelle Ungleichheiten zeigen, die wir als Folge der individuellen (indirekten) Anpassung betrachten können, so erscheinen uns dieselben noch weit mehr verschieden in späterer Lebenszeit, wo die einzelnen Geschwister verschiedene Erfahrungen durchgemacht, und sich verschiedenen Lebensverhältnissen angepaßt haben. Die ursprünglich angelegte Verschiedenheit des individuellen Entwickelungsganges wird offenbar um so größer, je länger das Leben dauert, je mehr verschiedenartige äußere Bedingungen auf die einzelnen Individuen Einfluß erlangen. Das können Sie am einfachsten an den Menschen selbst, sowie an den Hausthieren und Kulturpflanzen nachweisen, bei denen Sie willkührlich die Lebensbedingungen modificiren können. Zwei Brüder, von denen der eine zum Arbeiter, der andere zum Priester erzogen wird, entwickeln sich in körperlicher und geistiger Beziehung ganz verschieden; ebenso zwei Hunde eines und desselben Wurfes, von denen der eine zum Jagdhund, der andere zum Kettenhund erzogen wird. Dasselbe gilt aber auch von den organischen Individuen im Naturzustande. Wenn Sie z. B. in einem Kiefern- oder in einem Buchenwalde, der bloß aus Bäumen einer einzigen Art besteht, sorgfältig alle Bäume mit einander vergleichen, so finden Sie allemal, daß von allen hundert oder tausend Bäumen nicht

zwei Individuen in der Größe des Stammes und der einzelnen Theile, in der Zahl der Zweige, Blätter, Früchte u. s. w. völlig übereinstimmen. Ueberall finden Sie individuelle Ungleichheiten, welche zum Theil wenigstens bloß die Folge der verschiedenen Lebensbedingungen sind, unter denen sich alle Bäume entwickelten. Freilich läßt sich niemals mit Bestimmtheit sagen, wie viel von dieser Ungleichheit aller Einzelwesen jeder Art ursprünglich (durch die indirekte individuelle Anpassung bedingt), wie viel davon erworben (durch die direkte universelle Anpassung bewirkt) sein mag.

Nicht minder wichtig und allgemein als die universelle Anpassung ist eine zweite Erscheinungsreihe der direkten Anpassung, welche wir das Gesetz der gehäuften oder cumulativen Anpassung nennen können. Unter diesem Namen fasse ich eine große Anzahl von sehr wichtigen Erscheinungen zusammen, die man gewöhnlich in zwei ganz verschiedene Gruppen bringt. Man unterscheidet in der Regel erstens solche Veränderungen der Organismen, welche unmittelbar durch den anhaltenden Einfluß äußerer Bedingungen (durch die dauernde Einwirkung der Nahrung, des Klimas, der Umgebung u. s. w.) erzeugt werden, und zweitens solche Veränderungen, welche durch Gewohnheit und Uebung, durch Angewöhnung an bestimmte Lebensbedingungen, durch Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe entstehen. Diese letzteren Einflüsse sind insbesondere von Lamarck als wichtige Ursachen der Umbildung der organischen Formen hervorgehoben, während man die ersteren schon sehr lange in weiteren Kreisen als solche anerkannt hat.

Die scharfe Unterscheidung, welche man zwischen diesen beiden Gruppen der gehäuften oder cumulativen Anpassung gewöhnlich macht, und welche auch Darwin noch sehr hervorhebt, verschwindet, sobald man eingehender und tiefer über das eigentliche Wesen und den ursächlichen Grund der beiden scheinbar sehr verschiedenen Anpassungsreihen nachdenkt. Man gelangt dann zu der Ueberzeugung, daß man es in beiden Fällen immer mit zwei verschiedenen wirkenden Ursachen zu thun hat, nämlich einerseits mit der äußeren Einwirkung

oder Aktion der anpassend wirkenden Lebensbedingung, und andrerseits mit der inneren Gegenwirkung oder Reaktion des Organismus, welcher sich jener Lebensbedingung unterwirft und anpaßt. Wenn man die gehäufte Anpassung in ersterer Hinsicht für sich betrachtet, indem man die umbildenden Wirkungen der andauernden äußeren Existenzbedingungen auf diese letzteren allein bezieht, so legt man einseitig das Hauptgewicht auf die äußere Einwirkung, und man vernachlässigt die nothwendig eintretende innere Gegenwirkung des Organismus. Wenn man umgekehrt die gehäufte Anpassung einseitig in der zweiten Richtung verfolgt, indem man die umbildende Selbstthätigkeit des Organismus, seine Gegenwirkung gegen den äußeren Einfluß, seine Veränderung durch Uebung, Gewohnheit, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe hervorhebt, so vergißt man, daß diese Gegenwirkung oder Reaktion erst durch die Einwirkung der äußeren Existenzbedingung hervorgerufen wird. Es ist also nur ein Unterschied der Betrachtungsweise, auf welchem die Unterscheidung jener beiden verschiedenen Gruppen beruht, und ich glaube, daß man sie mit vollem Rechte zusammenfassen kann. Das Wesentlichste bei diesen gehäuften Anpassungserscheinungen ist immer, daß die Veränderung des Organismus, welche zunächst in seiner Funktion und weiterhin in seiner Formbildung sich äußert, entweder durch lange andauernde oder durch oft wiederholte Einwirkungen einer äußeren Ursache veranlaßt wird. Die kleinste Ursache kann durch Häufung oder Cumulation ihrer Wirkung die größten Erfolge erzielen.

Die Beispiele für diese Art der direkten Anpassung sind unendlich zahlreich. Wo Sie nur hineingreifen in das Leben der Thiere und Pflanzen, finden Sie überall einleuchtende und überzeugende Veränderungen dieser Art vor Augen. Wir wollen hier zunächst einige durch die Nahrung selbst unmittelbar bedingte Anpassungserscheinungen hervorheben. Jeder von Ihnen weiß, daß man die Hausthiere, die man für gewisse Zwecke züchtet, verschieden umbilden kann durch die verschiedene Quantität und Qualität der Nahrung, welche man ihnen darreicht. Wenn der Landwirth bei der Schafzucht seine Wolle

erzeugen will, ſo giebt er den Schafen anderes Futter, als wenn er gutes Fleiſch oder reichliches Fett erzielen will. Die auserleſenen Rennpferde und Luxuspferde erhalten beſſeres Futter, als die ſchweren Laſtpferde und Karrengaule. Die Körperform des Menſchen ſelbſt, der Grad der Fettablagerung z. B., iſt ganz verſchieden nach der Nahrung. Bei ſtickſtoffreicher Koſt wird wenig, bei ſtickſtoffarmer Koſt viel Fett abgelagert. Leute, die mit Hülfe der neuerdings beliebten Banting-Kur mager werden wollen, eſſen nur Fleiſch und Eier, kein Brod, keine Kartoffeln. Welche bedeutenden Veränderungen man an Kulturpflanzen hervorbringen kann, lediglich durch veränderte Quantität und Qualität der Nahrung, iſt allbekannt. Dieſelbe Pflanze erhält ein ganz anderes Ausſehen, wenn man ſie an einem trockenen, warmen Ort dem Sonnenlicht ausgeſetzt hält, oder wenn man ſie an einer kühlen, feuchten Stelle im Schatten hält. Viele Pflanzen bekommen, wenn man ſie an den Meeresſtrand verſetzt, nach einiger Zeit dicke, fleiſchige Blätter; und dieſelben Pflanzen, an ausnehmend trockene und heiße Standorte verſetzt, bekommen dünne, behaarte Blätter. Alle dieſe Formveränderungen entſtehen unmittelbar durch den gehäuften Einfluß der veränderten Nahrung.

Aber nicht nur die Quantität und Qualität der Nahrungsmittel wirkt mächtig verändernd und umbildend auf den Organismus ein, ſondern auch alle anderen äußeren Exiſtenzbedingungen, vor Allen die nächſte organiſche Umgebung, die Geſellſchaft von freundlichen oder feindlichen Organismen. Ein und derſelbe Baum entwickelt ſich ganz anders an einem offenen Standort, wo er von allen Seiten frei ſteht, als im Walde, wo er ſich den Umgebungen anpaſſen muß, wo er ringsum von den nächſten Nachbarn gedrängt und zum Emporſchießen gezwungen wird. Im erſten Fall wird die Krone weit ausgebreitet, im letzten dehnt ſich der Stamm in die Höhe und die Krone bleibt klein und gedrungen. Wie mächtig alle dieſe Umſtände, wie mächtig der feindliche oder freundliche Einfluß der umgebenden Organismen, der Paraſiten u. ſ. w. auf jedes Thier und jede Pflanze einwirken, iſt ſo bekannt, daß eine Anführung weiterer Beiſpiele

überflüssig erscheint. Die Veränderung der Form, die Umbildung, welche dadurch bewirkt wird, ist niemals bloß die unmittelbare Folge des äußeren Einflusses, sondern muß immer zurückgeführt werden auf die entsprechende Gegenwirkung, auf die Selbstthätigkeit des Organismus, die man als Angewöhnung, Uebung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bezeichnet. Daß man diese letzteren Erscheinungen in der Regel getrennt von der ersteren betrachtet, liegt erstens an der schon hervorgehobenen einseitigen Betrachtungsweise, und dann zweitens daran, daß man sich eine ganz falsche Vorstellung von dem Wesen und dem Einfluß der Willensthätigkeit bei den Thieren gebildet hatte.

Die Thätigkeit des Willens, welche der Angewöhnung, der Uebung, dem Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bei den Thieren zu Grunde liegt, ist gleich jeder anderen Thätigkeit der thierischen Seele durch materielle Vorgänge im Centralnervensystem bedingt, durch eigenthümliche Bewegungen, welche von der eiweißartigen Materie der Ganglienzellen und der mit ihnen verbundenen Nervenfasern ausgehen. Der Wille der höheren Thiere ist in dieser Beziehung, ebenso wie die übrigen Geistesthätigkeiten, von demjenigen des Menschen nur quantitativ (nicht qualitativ) verschieden. Der Wille des Thieres, wie des Menschen ist niemals frei. Das weitverbreitete Dogma von der Freiheit des Willens ist naturwissenschaftlich durchaus nicht haltbar. Jeder Physiologe, der die Erscheinungen der Willensthätigkeit bei Menschen und Thieren naturwissenschaftlich untersucht, kommt mit Nothwendigkeit zu der Ueberzeugung, daß der Wille eigentlich niemals frei, sondern stets durch äußere oder innere Einflüsse bedingt ist. Diese Einflüsse sind größtentheils Vorstellungen, die entweder durch Anpassung oder durch Vererbung erworben, und auf eine von diesen beiden physiologischen Funktionen zurückführbar sind. Sobald man seine eigene Willensthätigkeit streng untersucht, ohne das herkömmliche Vorurtheil von der Freiheit des Willens, so wird man gewahr, daß jede scheinbar freie Willenshandlung bewirkt wird durch vorhergehende Vorstellungen, die entweder

in ererbten oder in anderweitig erworbenen Vorſtellungen wurzeln, und in letzter Linie alſo wiederum durch Anpaſſungs- oder Vererbungsgeſetze bedingt ſind. Daſſelbe gilt von der Willensthätigkeit aller Thiere. Sobald man dieſe eingehend im Zuſammenhang mit ihrer Lebensweiſe betrachtet, und in ihrer Beziehung zu den Veränderungen, welche die Lebensweiſe durch die äußeren Bedingungen erfährt, ſo überzeugt man ſich alsbald, daß eine andere Auffaſſung nicht möglich iſt. Daher müſſen auch die Veränderungen der Willensbewegung, welche aus veränderter Ernährung folgen, und welche als Uebung, Gewohnheit u. ſ. w. umbildend wirken, unter jene materiellen Vorgänge der gehäuften Anpaſſung gerechnet werden.

Indem ſich der thieriſche Wille den veränderten Exiſtenzbedingungen durch andauernde Gewöhnung, Uebung u. ſ. w. anpaßt, vermag er die bedeutendſten Umbildungen der organiſchen Formen zu bewirken. Mannigfaltige Beiſpiele hierfür ſind überall im Thierleben zu finden. So verkümmern z. B. bei den Hausthieren manche Organe, indem ſie in Folge der veränderten Lebensweiſe außer Thätigkeit treten. Die Enten und Hühner, welche im wilden Zuſtande ausgezeichnet fliegen, verlernen dieſe Bewegung mehr oder weniger im Kulturzuſtande. Sie gewöhnen ſich daran, mehr ihre Beine, als ihre Flügel zu gebrauchen, und in Folge davon werden die dabei gebrauchten Theile der Muskulatur und des Skelets in ihrer Ausbildung und Form weſentlich verändert. Für die verſchiedenen Raſſen der Hausente, welche alle von der wilden Ente (Anas boschas) abſtammen, hat dies Darwin durch eine ſehr ſorgfältige vergleichende Meſſung und Wägung der betreffenden Skelettheile nachgewieſen. Die Knochen des Flügels ſind bei der Hausente ſchwächer, die Knochen des Beines dagegen umgekehrt ſtärker entwickelt, als bei der wilden Ente. Bei den Straußen und anderen Laufvögeln, welche ſich das Fliegen gänzlich abgewöhnt haben, iſt in Folge deſſen der Flügel ganz verkümmert, zu einem völlig „rudimentären Organ“ herabgeſunken (S. 10). Bei vielen Hausthieren, insbeſondere bei vielen Raſſen von Hunden und Kaninchen bemerken Sie ferner, daß dieſelben durch den Kultur-

zuſtand herabhängende Ohren bekommen haben. Dies iſt einfach eine Folge des verminderten Gebrauchs der Ohrmuskeln. Im wilden Zuſtande müſſen dieſe Thiere ihre Ohren gehörig anſtrengen, um einen nahenden Feind zu bemerken, und es hat ſich dadurch ein ſtarker Muskelapparat entwickelt, welcher die äußeren Ohren in aufrechter Stellung erhält, und nach allen Richtungen dreht. Im Kulturzuſtande haben dieſelben Thiere nicht mehr nöthig, ſo aufmerkſam zu lauſchen; ſie ſpitzen und drehen die Ohren nur wenig; die Ohrmuskeln kommen außer Gebrauch, verkümmern allmählich, und die Ohren ſinken nun ſchlaff herab oder werden rudimentär.

Wie in dieſen Fällen die Funktion und dadurch auch die Form des Organs durch Nichtgebrauch rückgebildet wird, ſo wird dieſelbe andrerſeits durch ſtärkeren Gebrauch mehr entwickelt. Dies tritt uns beſonders deutlich entgegen, wenn wir das Gehirn und die dadurch bewirkten Seelenthätigkeiten bei den wilden Thieren und den Hausthieren, welche von ihnen abſtammen, vergleichen. Insbeſondere der Hund und das Pferd, welche in ſo erſtaunlichem Maße durch die Kultur veredelt ſind, zeigen im Vergleiche mit ihren wilden Stammverwandten einen außerordentlichen Grad von Ausbildung der Geiſtesthätigkeit, und offenbar iſt die damit zuſammenhängende Umbildung des Gehirns größtentheils durch die andauernde Uebung bedingt. Allbekannt iſt es ferner, wie ſchnell und mächtig die Muskeln durch anhaltende Uebung wachſen und ihre Form verändern. Vergleichen Sie z. B. Arme und Beine eines geübten Turners mit denjenigen eines unbeweglichen Stubenſitzers.

Wie mächtig äußere Einflüſſe die Gewohnheiten der Thiere, ihre Lebensweiſe beeinfluſſen und dadurch weiterhin auch ihre Form umbilden, zeigen ſehr auffallend manche Beiſpiele von Amphibien und Reptilien. Unſere häufigſte einheimiſche Schlange, die Ringelnatter, legt Eier, welche zu ihrer Entwickelung noch drei Wochen brauchen. Wenn man ſie aber in Gefangenſchaft hält und in den Käfig keinen Sand ſtreut, ſo legt ſie die Eier nicht ab, ſondern behält ſie bei ſich, ſo lange bis die Jungen entwickelt ſind. Der Unterſchied zwiſchen

lebendig gebärenden Thieren und ſolchen, die Eier legen, wird hier einfach durch die Veränderung des Bodens, auf welchem das Thier lebt, verwiſcht.

Außerordentlich intereſſant ſind in dieſer Beziehung auch die Waſſermolche oder Tritonen, welche man gezwungen hat, ihre urſprünglichen Kiemen beizubehalten. Die Tritonen, Amphibien, welche den Fröſchen nahe verwandt ſind, beſitzen gleich dieſen in ihrer Jugend äußere Athmungsorgane, Kiemen, mit welchen ſie, im Waſſer lebend, Waſſer athmen. Später tritt bei den Tritonen eine Metamorphoſe ein, wie bei den Fröſchen. Sie gehen auf das Land, verlieren die Kiemen und gewöhnen ſich an das Lungenathmen. Wenn man ſie nun daran verhindert, indem man ſie in einem geſchloſſenen Waſſerbecken hält, ſo verlieren ſie die Kiemen nicht. Dieſe bleiben vielmehr beſtehen, und der Waſſermolch verharrt zeitlebens auf jener niederen Ausbildungsſtufe, welche ſeine tiefer ſtehenden Verwandten, die Kiemenmolche oder Sozobranchien niemals überſchreiten. Der Waſſermolch erreicht ſeine volle Größe, wird geſchlechtsreif und pflanzt ſich fort, ohne die Kiemen zu verlieren.

Großes Aufſehen erregte unter den Zoologen vor Kurzem der Axolotel (Siredon pisciformis), ein dem Triton nahe verwandter Kiemenmolch aus Mexico, welchen man ſchon ſeit langer Zeit kennt, und in den letzten Jahren im Pariſer Pflanzengarten im Großen gezüchtet hat. Dieſes Thier hat auch äußere Kiemen, wie der Waſſermolch, behält aber dieſelben gleich allen anderen Sozobranchien zeitlebens bei. Für gewöhnlich bleibt dieſer Kiemenmolch mit ſeinen Waſſerathmungsorganen im Waſſer und pflanzt ſich hier auch fort. Nun krochen aber plötzlich im Pflanzengarten unter Hunderten dieſer Thiere eine geringe Anzahl aus dem Waſſer auf das Land, verloren ihre Kiemen, und verwandelten ſich in eine kiemenloſe Molchform, welche von einer nordamerikaniſchen Tritonengattung (Amblystoma) nicht mehr zu unterſcheiden iſt, und nur noch durch Lungen athmet. In dieſem letzten höchſt merkwürdigen Falle können wir unmittelbar den großen Sprung von einem waſſerathmenden zu einem luftath-

menden Thiere verfolgen, einen Sprung, der allerdings bei der individuellen Entwickelungsgeschichte der Frösche und Salamander in jedem Frühling beobachtet werden kann. Ebenso aber, wie jeder einzelne Frosch und jeder einzelne Salamander aus dem ursprünglich kiemenathmenden Amphibium späterhin in ein lungenathmendes sich verwandelt, so ist auch die ganze Gruppe der Frösche und Salamander ursprünglich aus kiemenathmenden, dem Siredon verwandten Thieren entstanden. Die Sozobranchien sind noch bis auf den heutigen Tag auf jener niederen Stufe stehen geblieben. Die Ontogenie erläutert auch hier die Phylogenie, die Entwickelungsgeschichte der Individuen diejenige der ganzen Gruppe (S. 10).

An die gehäufte oder cumulative Anpassung schließt sich als eine dritte Erscheinung der direkten oder aktuellen Anpassung das Gesetz der wechselbezüglichen oder korrelativen Anpassung an. Nach diesem wichtigen Gesetze werden durch die aktuelle Anpassung nicht nur diejenigen Theile des Organismus abgeändert, welche unmittelbar durch die äußere Einwirkung betroffen werden, sondern auch andere, nicht unmittelbar davon berührte Theile. Dies ist eine Folge des organischen Zusammenhanges, und namentlich der einheitlichen Ernährungsverhältnisse, welche zwischen allen Theilen jedes Organismus bestehen. Wenn z. B. bei einer Pflanze durch Versetzung an einen trockenen Standort die Behaarung der Blätter zunimmt, so wirkt diese Veränderung auf die Ernährung anderer Theile zurück, und kann eine Verkürzung der Stengelglieder und somit eine gedrungenere Form der ganzen Pflanze zur Folge haben. Bei einigen Rassen von Schweinen und Hunden, z. B. bei dem türkischen Hunde, welche durch Anpassung an ein wärmeres Klima ihre Behaarung mehr oder weniger verloren, wurde zugleich das Gebiß zurückgebildet. So zeigen auch die Walfische und die Edentaten (Schuppenthiere, Gürtelthiere ꝛc.), welche sich durch ihre eigenthümliche Hautbedeckung am meisten von den übrigen Säugethieren entfernt haben, die größten Abweichungen in der Bildung des Gebisses. Ferner bekommen solche Rassen von Hausthieren (z. B. Rindern, Schweinen), bei denen

ſich die Beine verkürzen, in der Regel auch einen kurzen und gedrungenen Kopf. So zeichnen ſich u. a. die Taubenraſſen, welche die längſten Beine haben, zugleich auch durch die längſten Schnäbel aus. Dieſelbe Wechſelbeziehung zwiſchen der Länge der Beine und des Schnabels zeigt ſich ganz allgemein in der Ordnung der Stelzvögel (Grallatores), beim Storch, Kranich, der Schnepfe u. ſ. w. Die Wechſelbeziehungen, welche in dieſer Weiſe zwiſchen verſchiedenen Theilen des Organismus beſtehen, ſind äußerſt merkwürdig, und im Einzelnen ihrer Urſache nach uns unbekannt. Im Allgemeinen können wir natürlich ſagen: die Ernährungsveränderungen, die einen einzelnen Theil betreffen, müſſen nothwendig auf die übrigen Theile zurückwirken, weil die Ernährung eines jeden Organismus eine zuſammenhängende, centraliſirte Thätigkeit iſt. Allein warum nun gerade dieſer oder jener Theil in dieſer merkwürdigen Wechſelbeziehung zu einem andern ſteht, iſt uns in den meiſten Fällen ganz unbekannt. Wir kennen eine große Anzahl ſolcher Wechſelbeziehungen in der Bildung, namentlich bei den früher bereits erwähnten Abänderungen der Thiere und Pflanzen, die ſich durch Pigmentmangel auszeichnen, den Albinos oder Kakerlaken. Der Mangel des gewöhnlichen Farbeſtoffs bedingt hier gewiſſe Veränderungen in der Bildung anderer Theile, z. B. des Muskelſyſtems, des Knochenſyſtems, alſo organiſcher Syſteme, die zunächſt gar nicht mit dem Syſteme der äußeren Haut zuſammenhängen. Sehr häufig ſind dieſe ſchwächer entwickelt und daher der ganze Körperbau zarter und ſchwächer, als bei den gefärbten Thieren derſelben Art. Ebenſo werden auch die Sinnesorgane und das Nervenſyſtem durch dieſen Pigmentmangel eigenthümlich afficirt. Weiße Katzen mit blauen Augen ſind faſt immer taub. Die Schimmel zeichnen ſich vor den gefärbten Pferden durch die beſondere Neigung zur Bildung ſarkomatöſer Geſchwülſte aus. Auch beim Menſchen iſt der Grad der Pigmententwickelung in der äußeren Haut vom größten Einfluſſe auf die Empfänglichkeit des Organismus für gewiſſe Krankheiten, ſo daß z. B. Europäer mit dunkler Hautfarbe, ſchwarzen Haaren und braunen Augen ſich leichter in den Tropen-

gegenden akklimatisiren, und viel weniger den dort herrschenden Krankheiten (Leberentzündungen, gelbem Fieber u. s. w.) unterworfen sind, als Europäer mit heller Hautfarbe, blondem Haar und blauen Augen. (Vergl. oben S. 134.)

Vorzugsweise merkwürdig sind unter diesen Wechselbeziehungen der Bildung verschiedener Organe diejenigen, welche zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Theilen des Körpers bestehen. Keine Veränderung eines Theiles wirkt so mächtig zurück auf die übrigen Körpertheile, als eine bestimmte Behandlung der Geschlechtsorgane. Die Landwirthe, welche bei Schweinen, Schafen u. s. w. reichliche Fettbildung erzielen wollen, entfernen die Geschlechtsorgane durch Herausschneiden (Castration), und zwar geschieht dies bei Thieren beiderlei Geschlechts. In Folge davon tritt übermäßige Fettentwickelung ein. Dasselbe thut auch Seine Heiligkeit, der „unfehlbare" Papst, bei den Castraten, welche in der Peterskirche zu Ehren Gottes singen müssen. Diese Unglücklichen werden in früher Jugend castrirt, damit sie ihre hohen Knabenstimmen beibehalten. In Folge dieser Verstümmelung der Genitalien bleibt der Kehlkopf auf der jugendlichen Entwickelungsstufe stehen. Zugleich bleibt die Muskulatur des ganzen Körpers schwach entwickelt, während sich unter der Haut reichliche Fettmengen ansammeln. Aber auch auf die Ausbildung des Centralnervensystems, der Willensenergie u. s. w. wirkt jene Verstümmelung mächtig zurück, und es ist bekannt, daß die menschlichen Castraten oder Eunuchen ebenso wie die castrirten männlichen Hausthiere des bestimmten psychischen Charakters, welcher das männliche Geschlecht auszeichnet, gänzlich entbehren. Der Mann ist eben Leib und Seele nach nur Mann durch seine männliche Generationsdrüse.

Diese äußerst wichtigen und einflußreichen Wechselbeziehungen zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen, vor allem dem Gehirn, finden sich in gleicher Weise bei beiden Geschlechtern. Es läßt sich dies schon von vornherein deshalb erwarten, weil bei den meisten Thieren die beiderlei Organe aus gleicher Grundlage sich entwickeln. Beim Menschen, wie bei allen übrigen Wirbelthie-

ren, ſind in der urſprünglichen Anlage des Keims die männlichen und weiblichen Organe neben einander vorhanden. Jedes Individuum iſt urſprünglich ein Zwitter oder Hermaphrodit (S. 176), wie es die den Wirbelthieren nächſtverwandten Ascidien noch heute zeitlebens ſind. Erſt allmählich entſtehen im Laufe der embryonalen Entwickelung (beim Menſchen in der neunten Woche ſeines Embryolebens) die Unterſchiede der beiden Geſchlechter, indem beim Weibe allein der Eierſtock, beim Manne allein der Teſtikel zur Entwickelung gelangt, hingegen die andere Geſchlechtsdrüſe verkümmert. Jede Veränderung des weiblichen Eierſtocks äußert eine nicht minder bedeutende Rückwirkung auf den geſammten weiblichen Organismus, wie jede Veränderung des Teſtikels auf den männlichen Organismus. Die Wichtigkeit dieſer Wechſelbeziehung hat Virchow in ſeinem vortrefflichen Aufſatz „das Weib und die Zelle“ mit folgenden Worten ausgeſprochen: „Das Weib iſt eben Weib nur durch ſeine Generationsdrüſe; alle Eigenthümlichkeiten ſeines Körpers und Geiſtes oder ſeiner Ernährung und Nerventhätigkeit: die ſüße Zartheit und Rundung der Glieder bei der eigenthümlichen Ausbildung des Beckens, die Entwickelung der Brüſte bei dem Stehenbleiben der Stimmorgane, jener ſchöne Schmuck des Kopfhaares bei dem kaum merklichen, weichen Flaum der übrigen Haut, und dann wiederum dieſe Tiefe des Gefühls, dieſe Wahrheit der unmittelbaren Anſchauung, dieſe Sanftmuth, Hingebung und Treue — kurz, Alles, was wir an dem wahren Weibe Weibliches bewundern und verehren, iſt nur eine Dependenz des Eierſtocks. Man nehme den Eierſtock hinweg, und das Mannweib in ſeiner häßlichſten Halbheit ſteht vor uns.“

Dieſelbe innige Korrelation oder Wechſelbeziehung zwiſchen den Geſchlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen findet ſich auch bei den Pflanzen ebenſo allgemein wie bei den Thieren vor. Wenn man bei einer Gartenpflanze reichlichere Früchte zu erzielen wünſcht, beſchränkt man den Blätterwuchs durch Abſchneiden eines Theils der Blätter. Wünſcht man umgekehrt eine Zierpflanze mit einer Fülle von großen und ſchönen Blättern zu erhalten, ſo verhindert man die

Blüthen- und Fruchtbildung durch Abschneiden der Blüthenknospen. In beiden Fällen entwickelt sich das eine Organsystem auf Kosten des anderen. So ziehen auch die meisten Abänderungen der vegetativen Blattbildung bei den wilden Pflanzen eine entsprechende Umbildung in den generativen Blüthentheilen nach sich. Die hohe Bedeutung dieser „Kompensation der Entwickelung", dieser „Korrelation der Theile" ist bereits von Goethe, von Geoffroy S. Hilaire und von anderen Naturphilosophen hervorgehoben worden. Sie beruht wesentlich darauf, daß die direkte oder aktuelle Anpassung keinen einzigen Körpertheil wesentlich verändern kann, ohne zugleich auf den ganzen Organismus einzuwirken.

Die korrelative Anpassung der Fortpflanzungsorgane und der übrigen Körpertheile verdient deshalb eine ganz besondere Berücksichtigung, weil sie vor allen geeignet ist, ein erklärendes Licht auf die vorher betrachteten dunkeln und räthselhaften Erscheinungen der indirekten oder potentiellen Anpassung zu werfen. Denn ebenso wie jede Veränderung der Geschlechtsorgane mächtig auf den übrigen Körper zurückwirkt, so muß natürlich umgekehrt auch jede eingreifende Veränderung eines anderen Körpertheils mehr oder weniger auf die Generationsorgane zurückwirken. Diese Rückwirkung wird sich aber erst in der Bildung der Nachkommenschaft, welche aus den veränderten Generationstheilen entsteht, wahrnehmbar äußern. Gerade jene merkwürdigen, aber unmerklichen und an sich ungeheuer geringfügigen Veränderungen des Genitalsystems, der Eier und des Sperma, welche durch solche Wechselbeziehungen hervorgebracht werden, sind vom größten Einflusse auf die Bildung der Nachkommenschaft, und alle vorher erwähnten Erscheinungen der indirekten oder potentiellen Anpassung können schließlich auf die wechselbezügliche Anpassung zurückgeführt werden.

Eine weitere Reihe von ausgezeichneten Beispielen der korrelativen Anpassung liefern die verschiedenen Thiere und Pflanzen, welche durch das Schmarotzerleben oder den Parasitismus rückgebildet sind. Keine andere Veränderung der Lebensweise wirkt so bedeutend auf die

Formbildung der Organismen ein, wie die Angewöhnung an das Schmarotzerleben. Pflanzen verlieren dadurch ihre grünen Blätter, wie z. B. unſere einheimiſchen Schmarotzerpflanzen: Orobanche, Lathraea, Monotropa. Thiere, welche urſprünglich ſelbſtſtändig und frei gelebt haben, dann aber eine paraſitiſche Lebensweiſe auf andern Thieren oder auf Pflanzen annehmen, geben zunächſt die Thätigkeit ihrer Bewegungsorgane und ihrer Sinnesorgane auf. Der Verluſt der Thätigkeit zieht aber den Verluſt der Organe, durch welche ſie bewirkt wurde, nach ſich, und ſo finden wir z. B. viele Krebsthiere oder Cruſtaceen, die in der Jugend einen ziemlich hohen Organiſationsgrad, Beine, Fühlhörner und Augen beſaßen, im Alter als Paraſiten vollkommen degenerirt wieder, ohne Augen, ohne Bewegungswerkzeuge und ohne Fühlhörner. Aus der munteren, beweglichen Jugendform iſt ein unförmlicher, unbeweglicher Klumpen geworden. Nur die nöthigſten Ernährungs- und Fortpflanzungsorgane ſind noch in Thätigkeit. Der ganze übrige Körper iſt rückgebildet. Offenbar ſind dieſe tiefgreifenden Umbildungen großentheils direkte Folgen der gehäuften oder cumulativen Anpaſſung, des Nichtgebrauchs und der mangelnden Uebung der Organe; aber zum großen Theile kommen dieſelben ſicher auch auf Rechnung der wechſelbezüglichen oder korrelativen Anpaſſung. (Vergl. Taf. X und XI, S. 487.)

Ein ſiebentes Anpaſſungsgeſetz, das vierte in der Gruppe der direkten Anpaſſungen, iſt das Geſetz der abweichenden oder divergenten Anpaſſung. Wir verſtehen darunter die Erſcheinung, daß urſprünglich gleichartig angelegte Theile ſich durch den Einfluß äußerer Bedingungen in verſchiedener Weiſe ausbilden. Dieſes Anpaſſungsgeſetz iſt ungemein wichtig für die Erklärung der Arbeitstheilung oder des Polymorphismus. An uns ſelbſt können wir es ſehr leicht erkennen, z. B. in der Thätigkeit unſerer beiden Hände. Die rechte Hand wird gewöhnlich von uns an ganz andere Arbeiten gewöhnt, als die linke; es entſteht in Folge der abweichenden Beſchäftigung auch eine verſchiedene Bildung der beiden Hände. Die rechte Hand, welche man gewöhnlich viel mehr braucht, als die linke,

zeigt ſtärker entwickelte Nerven, Muskeln und Knochen. Daſſelbe gilt auch vom ganzen Arm. Knochen und Fleiſch des rechten Arms ſind bei den meiſten Menſchen in Folge ſtärkeren Gebrauchs ſtärker und ſchwerer als die des linken Arms. Da nun aber der bevorzugte Gebrauch des rechten Arms bei der mittelländiſchen Menſchenart (S. 604) ſchon ſeit Jahrtauſenden eingebürgert und vererbt iſt, ſo iſt auch die ſtärkere Form und Größe des rechten Arms bereits erblich geworden. Der treffliche holländiſche Naturforſcher P. Harting hat durch Meſſung und Wägung an Neugeborenen gezeigt, daß auch bei dieſen bereits der rechte Arm den linken übertrifft.

Nach demſelben Geſetze der divergenten Anpaſſung ſind auch häufig die beiden Augen verſchieden entwickelt. Wenn man ſich z. B. als Naturforſcher gewöhnt, immer nur mit dem einen Auge (am beſten mit dem linken) zu mikroſkopiren, und mit dem anderen nicht, ſo erlangt das eine Auge eine ganz andere Beſchaffenheit, als das andere, und dieſe Arbeitstheilung iſt von großem Vortheil. Das eine Auge wird kurzſichtiger, geeignet für das Sehen in die Nähe, das andere Auge weitſichtiger, ſchärfer für den Blick in die Ferne. Wenn man dagegen abwechſelnd mit beiden Augen mikroſkopirt, ſo erlangt man nicht auf dem einen Auge den Grad der Kurzſichtigkeit, auf dem andern den Grad der Weitſichtigkeit, welchen man durch zweckmäßige Vertheilung dieſer verſchiedenen Geſichtsfunktionen auf beide Augen erreicht. Zunächſt wird auch hier wieder durch die Gewohnheit die Funktion, die Thätigkeit der urſprünglich gleich gebildeten Organe ungleich, divergent; allein die Funktion wirkt wiederum auf die Form und die innere Struktur des Organs zurück.

Unter den Pflanzen können wir die abweichende oder divergente Anpaſſung beſonders bei den Schlinggewächſen ſehr leicht wahrnehmen. Aeſte einer und derſelben Schlingpflanze, welche urſprünglich gleichartig angelegt ſind, erhalten eine ganz verſchiedene Form und Ausdehnung, einen ganz verſchiedenen Krümmungsgrad und Durchmeſſer der Spiralwindung, je nachdem ſie um einen dünneren oder dickeren Stab ſich herumwinden. Ebenſo iſt auch die abweichende

Veränderung der Formen urſprünglich gleich angelegter Theile, welche divergent nach verſchiedenen Richtungen unter abweichenden äußeren Bedingungen ſich entwickeln, in vielen anderen Fällen deutlich nachweisbar. Indem dieſe abweichende oder divergente Anpaſſung mit der fortſchreitenden Vererbung in Wechſelwirkung tritt, wird ſie die Urſache der Arbeitstheilung der verſchiedenen Organe.

Ein achtes und letztes Anpaſſungsgeſetz können wir als das Geſetz der unbeſchränkten oder unendlichen Anpaſſung bezeichnen. Wir wollen damit einfach ausdrücken, daß uns keine Grenze für die Veränderung der organiſchen Formen durch den Einfluß der äußeren Exiſtenzbedingungen bekannt iſt. Wir können von keinem einzigen Theil des Organismus behaupten, daß er nicht mehr veränderlich ſei, daß, wenn man ihn unter neue äußere Bedingungen brächte, er durch dieſe nicht verändert werden würde. Noch niemals hat ſich in der Erfahrung eine Grenze für die Abänderung nachweiſen laſſen. Wenn z. B. ein Organ durch Nichtgebrauch degenerirt, ſo geht dieſe Degeneration ſchließlich bis zum vollſtändigen Schwunde des Organs fort, wie es bei den Augen vieler Thiere der Fall iſt. Andrerſeits können wir durch fortwährende Uebung, Gewohnheit, und immer geſteigerten Gebrauch eines Organs daſſelbe in einem Maße vervollkommnen, wie wir es von vornherein für unmöglich gehalten haben würden. Wenn man die unciviliſirten Wilden mit den Kulturvölkern vergleicht, ſo findet man bei jenen eine Ausbildung der Sinnesorgane, Geſicht, Geruch, Gehör, von der die Kulturvölker keine Ahnung haben. Umgekehrt iſt bei den höheren Kulturvölkern das Gehirn, die Geiſtesthätigkeit in einem Grade entwickelt, von welchem die rohen Wilden keine Vorſtellung beſitzen.

Allerdings ſcheint für jeden Organismus eine Grenze der Anpaſſungsfähigkeit durch den Typus ſeines Stammes oder Phylum gegeben zu ſein, d. h. durch die weſentlichen Grundeigenſchaften dieſes Stammes, welche von dem gemeinſamen Stammvater deſſelben ererbt ſind und ſich durch konſervative Vererbung auf alle Deſcendenten deſſelben übertragen. So kann z. B. niemals ein Wirbel-

thier statt des charakteristischen Rückenmarks der Wirbelthiere das Bauchmark der Gliederthiere sich erwerben. Allein innerhalb dieser erblichen Grundform, innerhalb dieses unveräußerlichen Typus, ist der Grad der Anpassungsfähigkeit unbeschränkt. Die Biegsamkeit und Flüssigkeit der organischen Form äußert sich innerhalb desselben frei nach allen Richtungen hin, und in ganz unbeschränktem Umfang. Es giebt aber einzelne Thiere, wie z. B. die durch Parasitismus rückgebildeten Krebsthiere und Würmer, welche selbst jene Grenze des Typus zu überspringen scheinen, und durch erstaunlich weit gehende Degeneration alle wesentlichen Charaktere ihres Stammes eingebüßt haben. Was die Anpassungsfähigkeit des Menschen betrifft, so ist dieselbe, wie bei allen anderen Thieren, ebenfalls unbegrenzt, und da sich dieselbe beim Menschen vor allen in der Umbildung des Gehirns äußert, so läßt sich durchaus keine Grenze der Erkenntniß setzen, welche der Mensch bei weiter fortschreitender Geistesbildung nicht würde überschreiten können. Auch der menschliche Geist genießt nach dem Gesetze der unbeschränkten Anpassung eine unendliche Perspektive für seine Vervollkommnung in der Zukunft.

Diese Bemerkungen genügen wohl, um die Tragweite der Anpassungserscheinungen hervorzuheben und ihnen das größte Gewicht zuzuschreiben. Die Anpassungsgesetze, die Thatsachen der Veränderung durch den Einfluß äußerer Bedingungen, sind von ebenso großer Bedeutung, wie die Vererbungsgesetze. Alle Anpassungserscheinungen lassen sich in letzter Linie zurückführen auf die Ernährungsverhältnisse des Organismus, in gleicher Weise wie die Vererbungserscheinungen in den Fortpflanzungsverhältnissen begründet sind; diese aber sowohl als jene sind weiter zurückzuführen auf chemische und physikalische Gründe, also auf mechanische Ursachen. Lediglich durch die Wechselwirkung derselben entstehen nach Darwin's Selektionstheorie die neuen Formen der Organismen, die Umbildungen, welche die künstliche Züchtung im Kulturzustande, die natürliche Züchtung im Naturzustande hervorbringt.

# Elfter Vortrag.

## Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Daſein. Arbeitstheilung und Fortſchritt.

---

Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungstriebe, der Vererbung und Anpaſſung. Natürliche und künſtliche Züchtung. Kampf um's Daſein oder Wettkampf um die Lebensbedürfniſſe. Mißverhältniß zwiſchen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der Zahl der wirklichen (aktuellen) Individuen. Verwickelte Wechſelbeziehungen aller benachbarten Organismen. Wirkungsweiſe der natürlichen Züchtung. Gleichfarbige Zuchtwahl als Urſache der ſympathiſchen Färbungen. Geſchlechtliche Zuchtwahl als Urſache der ſekundären Sexualcharaktere. Geſetz der Sonderung oder Arbeitstheilung (Polymorphismus, Differenzirung, Divergenz des Charakters). Uebergang der Varietäten in Species. Begriff der Species. Baſtardzeugung. Geſetz des Fortſchritts oder der Vervollkommnung (Progreſſus, Teleoſis).

Meine Herren! Um zu einem richtigen Verſtändniß des Darwinismus zu gelangen, iſt es vor Allem nothwendig, die beiden organiſchen Funktionen genau in das Auge zu faſſen, die wir in den letzten Vorträgen betrachtet haben, die Vererbung und Anpaſſung. Wenn man nicht einerſeits die rein mechaniſche Natur dieſer beiden phyſiologiſchen Thätigkeiten und die mannichfaltige Wirkung ihrer verſchiedenen Geſetze in's Auge faßt, und wenn man nicht andrerſeits erwägt, wie verwickelt die Wechſelwirkung dieſer verſchiedenen Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze nothwendig ſein muß, ſo wird man nicht begreifen, daß dieſe beiden Funktionen für ſich allein die ganze Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen ſollen erzeugen können; und doch iſt das in der That der Fall.

Wir ſind wenigſtens bis jetzt nicht im Stande geweſen, andere formbildende Urſachen aufzufinden, als dieſe beiden; und wenn wir die nothwendige und unendlich verwickelte Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung richtig verſtehen, ſo haben wir auch gar nicht mehr nöthig, noch nach anderen unbekannten Urſachen der Umbildung der organiſchen Geſtalten zu ſuchen. Jene beiden Grundurſachen erſcheinen uns dann völlig genügend.

Schon früher, lange bevor Darwin ſeine Selectionstheorie aufſtellte, nahmen einige Naturforſcher, insbeſondere Goethe, als Urſache der organiſchen Formenmannichfaltigkeit die Wechſelwirkung zweier verſchiedener Bildungstriebe an, eines konſervativen oder erhaltenden, und eines umbildenden oder fortſchreitenden Bildungstriebes. Erſteren nannte Goethe den centripetalen oder Spezifikationstrieb, letzteren den centrifugalen oder den Trieb der Metamorphoſe (S. 81). Dieſe beiden Triebe entſprechen vollſtändig den beiden Funktionen der Vererbung und der Anpaſſung. Die Vererbung iſt der centripetale oder innere Bildungstrieb, welcher beſtrebt iſt, die organiſche Form in ihrer Art zu erhalten, die Nachkommen den Eltern gleich zu geſtalten, und Generationen hindurch immer Gleichartiges zu erzeugen. Die Anpaſſung dagegen, welche der Vererbung entgegenwirkt, iſt der centrifugale oder äußere Bildungstrieb, welcher beſtändig beſtrebt iſt, durch die veränderlichen Einflüſſe der Außenwelt die organiſchen Formen umzubilden, neue Formen aus den vorhandenen zu ſchaffen und die Konſtanz der Species, die Beſtändigkeit der Art, gänzlich aufzuheben. Je nachdem die Vererbung oder die Anpaſſung das Uebergewicht im Kampfe erhält, bleibt die Speciesform beſtändig oder ſie bildet ſich in eine neue Art um. Der in jedem Augenblick ſtattfindende Grad der Formbeſtändigkeit bei den verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten iſt einfach das nothwendige Reſultat des augenblicklichen Uebergewichts, welches jede dieſer beiden Bildungskräfte (oder phyſiologiſchen Funktionen) über die andere erlangt hat.

Wenn wir nun zurückkehren zu der Betrachtung des Züchtungsvorgangs, der Ausleſe oder Selection, die wir bereits im ſiebenten Vortrag in ihren Grundzügen unterſuchten, ſo werden wir jetzt um ſo klarer und beſtimmter erkennen, daß ſowohl die künſtliche als die natürliche Züchtung einzig und allein auf der Wechſelwirkung dieſer beiden Funktionen oder Bildungstriebe beruhen. Wenn Sie die Thätigkeit des künſtlichen Züchters, des Landwirths oder Gärtners, ſcharf in's Auge faſſen, ſo erkennen Sie, daß nur jene beiden Bildungskräfte von ihm zur Hervorbringung neuer Formen benutzt werden. Die ganze Kunſt der künſtlichen Zuchtwahl beruht eben nur auf einer denkenden und vernünftigen Anwendung der Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze, auf einer kunſtvollen und planmäßigen Benutzung und Regulirung derſelben. Dabei iſt der vervollkommnete menſchliche Wille die ausleſende, züchtende Kraft.

Ganz ähnlich verhält ſich die natürliche Züchtung. Auch dieſe benutzt bloß jene beiden organiſchen Bildungskräfte, jene phyſiologiſchen Grundeigenſchaften der Anpaſſung und Vererbung, um die verſchiedenen Arten oder Species hervorzubringen. Dasjenige züchtende Prinzip aber, diejenige ausleſende Kraft, welche bei der künſtlichen Züchtung durch den planmäßig wirkenden und bewußten Willen des Menſchen vertreten wird, iſt bei der natürlichen Züchtung der planlos wirkende und unbewußte Kampf um's Daſein. Was wir unter „Kampf um's Daſein" verſtehen, haben wir im ſiebenten Vortrage bereits auseinandergeſetzt. Es iſt gerade die Erkenntniß dieſes äußerſt wichtigen Verhältniſſes eines der größten Verdienſte Darwin's. Da aber dieſes Verhältniß ſehr häufig unvollkommen oder falſch verſtanden wird, iſt es nothwendig, daſſelbe jetzt noch näher in's Auge zu faſſen, und an einigen Beiſpielen die Wirkſamkeit des Kampfes um's Daſein, die Thätigkeit der natürlichen Züchtung durch den Kampf um's Daſein zu erläutern. (Gen. Morph. II, 231.)

Wir gingen bei der Betrachtung des Kampfes um's Daſein von der Thatſache aus, daß die Zahl der Keime, welche alle Thiere und Pflanzen erzeugen, unendlich viel größer iſt, als die Zahl der Indivi-

duen, welche wirklich in das Leben treten und sich längere oder kürzere Zeit am Leben erhalten können. Die meisten Organismen erzeugen während ihres Lebens Tausende oder Millionen von Keimen, aus deren jedem sich unter günstigen Umständen ein neues Individuum entwickeln könnte. Bei den meisten Thieren und Pflanzen sind diese Keime Eier, d. h. Zellen, welche zu ihrer weiteren Entwickelung der geschlechtlichen Befruchtung bedürfen. Dagegen bei den Protisten, niedersten Organismen, welche weder Thiere noch Pflanzen sind, und welche sich bloß ungeschlechtlich fortpflanzen, bedürfen die Keimzellen oder Sporen keiner Befruchtung. In allen Fällen steht die Zahl sowohl dieser ungeschlechtlichen als jener geschlechtlichen Keime in gar keinem Verhältniß zur Zahl der wirklich lebenden Individuen.

Im Großen und Ganzen genommen bleibt die Zahl der lebenden Thiere und Pflanzen auf unserer Erde durchschnittlich immer dieselbe. Die Zahl der Stellen im Naturhaushalt ist beschränkt, und an den meisten Punkten der Erdoberfläche sind diese Stellen immer annähernd besetzt. Gewiß finden überall in jedem Jahre Schwankungen in der absoluten und in der relativen Individuenzahl aller Arten statt. Allein im Großen und Ganzen genommen werden diese Schwankungen nur geringe Bedeutung haben gegenüber der Thatsache, daß die Gesammtzahl aller Individuen durchschnittlich beinahe konstant bleibt. Der Wechsel, der überall stattfindet, besteht darin, daß in einem Jahre diese und im anderen Jahre jene Reihe von Thieren und Pflanzen überwiegt, und daß in jedem Jahre der Kampf um's Dasein dieses Verhältniß wieder etwas anders gestaltet.

Jede einzelne Art von Thieren und Pflanzen würde in kurzer Zeit die ganze Erdoberfläche dicht bevölkert haben, wenn sie nicht mit einer Menge von Feinden und feindlichen Einflüssen zu kämpfen hätte. Schon Linné berechnete, daß, wenn eine einjährige Pflanze nur zwei Samen hervorbrächte (und es giebt keine, die so wenig erzeugt), sie in 20 Jahren schon eine Million Individuen geliefert haben würde. Darwin berechnete vom Elephanten, der sich am langsamsten von allen Thieren zu vermehren scheint, daß in 500 Jahren die Nachkom-

menschaft eines einzigen Paares bereits 15 Millionen Individuen betragen würde, vorausgesetzt, daß jeder Elephant während der Zeit seiner Fruchtbarkeit (vom 30. bis 90. Jahre) nur 3 Paar Junge erzeugte. Ebenso würde die Zahl der Menschen, wenn man die mittlere Fortpflanzungszahl zu Grunde legt, und wenn keine Hindernisse der natürlichen Vermehrung im Wege stünden, bereits in 25 Jahren sich verdoppelt haben. In jedem Jahrhundert würde die Gesammtzahl der menschlichen Bevölkerung um das sechszehnfache gestiegen sein. Nun wissen Sie aber, daß die Gesammtzahl der Menschen nur sehr langsam wächst, und daß die Zunahme der Bevölkerung in verschiedenen Gegenden sehr verschieden ist. Während europäische Stämme sich über den ganzen Erdball ausbreiten, gehen andere Stämme, ja sogar ganze Arten oder Species des Menschengeschlechts mit jedem Jahre mehr ihrem völligen Aussterben entgegen. Dies gilt namentlich von den Rothhäuten Amerikas und ebenso von den schwarzbraunen Eingeborenen Australiens. Selbst wenn diese Völker sich reichlicher fortpflanzten, als die weiße Menschenart Europas, würden sie dennoch früher oder später der letzteren im Kampfe um's Dasein erliegen. Von allen menschlichen Individuen aber, ebenso wie von allen übrigen Organismen, geht bei weitem die überwiegende Mehrzahl in der frühesten Lebenszeit zu Grunde. Von der ungeheuren Masse von Keimen, die jede Art erzeugt, gelangen nur sehr wenige wirklich zur Entwickelung, und von diesen wenigen ist es wieder nur ein ganz kleiner Bruchtheil, welcher das Alter erreicht, in dem er sich fortpflanzen kann. (Vergl. S. 145.)

Aus diesem Mißverhältniß zwischen der ungeheuren Ueberzahl der organischen Keime und der geringen Anzahl von auserwählten Individuen, die wirklich neben und mit einander fortbestehen können, folgt mit Nothwendigkeit jener allgemeine Kampf um's Dasein, jenes beständige Ringen um die Existenz, jener unaufhörliche Wettkampf um die Lebensbedürfnisse, von welchem ich Ihnen bereits im siebenten Vortrage ein Bild entwarf. Jener Kampf um's Dasein ist es, welcher die natürliche Zuchtwahl ausübt, welcher die Wechselwir-

kung der Vererbungs- und Anpaſſungserſcheinungen züchtend benutzt und dadurch an einer beſtändigen Umbildung aller organiſchen Formen arbeitet. Immer werden in jenem Kampf um die Erlangung der nothwendigen Exiſtenzbedingungen diejenigen Individuen ihre Nebenbuhler beſiegen, welche irgend eine individuelle Begünſtigung, eine vortheilhafte Eigenſchaft beſitzen, die ihren Mitbewerbern fehlt. Freilich können wir nur in den wenigſten Fällen, bei uns näher bekannten Thieren und Pflanzen, uns eine ungefähre Vorſtellung von der unendlich komplizirten Wechſelwirkung der zahlreichen Verhältniſſe machen, welche alle hierbei in Frage kommen. Denken Sie nur daran, wie unendlich mannichfaltig und verwickelt die Beziehungen jedes einzelnen Menſchen zu den übrigen und überhaupt zu der ihn umgebenden Außenwelt ſind. Aehnliche Beziehungen walten aber auch zwiſchen allen Thieren und Pflanzen, die an einem Orte mit einander leben. Alle wirken gegenſeitig, aktiv oder paſſiv, auf einander ein. Jedes Thier, jede Pflanze kämpft direkt mit einer Anzahl von Feinden, welche denſelben nachſtellen, mit Raubthieren, paraſitiſchen Thieren u. ſ. w. Die zuſammenſtehenden Pflanzen kämpfen mit einander um den Bodenraum, den ihre Wurzeln bedürfen, um die nothwendige Menge von Licht, Luft, Feuchtigkeit u. ſ. w. Ebenſo ringen die Thiere eines jeden Bezirks mit einander um ihre Nahrung, Wohnung u. ſ. w. Es wird in dieſem äußerſt lebhaften und verwickelten Kampf jeder noch ſo kleine perſönliche Vorzug, jeder individuelle Vortheil möglicherweiſe den Ausſchlag geben können, zu Gunſten ſeines Beſitzers. Dieſes bevorzugte einzelne Individuum bleibt im Kampfe Sieger und pflanzt ſich fort, während ſeine Mitbewerber zu Grunde gehen, ehe ſie zur Fortpflanzung gelangen. Der perſönliche Vorzug, welcher ihm den Sieg verlieh, wird auf ſeine Nachkommen vererbt, und kann durch weitere Ausbildung die Urſache zur Bildung einer neuen Art werden.

Die unendlich verwickelten Wechſelbeziehungen, welche zwiſchen den Organismen eines jeden Bezirks beſtehen, und welche als die eigentlichen Bedingungen des Kampfes um's Daſein angeſehen wer-

den müſſen, ſind uns größtentheils unbekannt und meiſtens auch ſehr ſchwierig zu erforſchen. Nur in einzelnen Fällen haben wir dieſelben bisher bis zu einem gewiſſen Grade verfolgen können, ſo z. B. in dem von Darwin angeführten Beiſpiel von den Beziehungen der Katzen zum rothen Klee in England. Die rothe Kleeart (Trifolium pratense), welche in England eines der vorzüglichſten Futterkräuter für das Rindvieh bildet, bedarf, um zur Samenbildung zu gelangen, des Beſuchs der Hummeln. Indem dieſe Inſekten den Honig aus dem Grunde der Kleeblüthe ſaugen, bringen ſie den Blüthenſtaub mit der Narbe in Berührung und vermitteln ſo die Befruchtung der Blüthe, welche ohne ſie niemals erfolgt. Darwin hat durch Verſuche gezeigt, daß rother Klee, den man von dem Beſuche der Hummeln abſperrt, keinen einzigen Samen liefert. Die Zahl der Hummeln iſt bedingt durch die Zahl ihrer Feinde, unter denen die Feldmäuſe die verderblichſten ſind. Je mehr die Feldmäuſe überhand nehmen, deſto weniger wird der Klee befruchtet. Die Zahl der Feldmäuſe iſt wiederum von der Zahl ihrer Feinde abhängig, zu denen namentlich die Katzen gehören. Daher giebt es in der Nähe der Dörfer und Städte, wo viel Katzen gehalten werden, beſonders viel Hummeln. Eine große Zahl von Katzen iſt alſo offenbar von großem Vortheil für die Befruchtung des Klees. Man kann nun, wie es von Karl Vogt geſchehen iſt, dieſes Beiſpiel noch weiter verfolgen, wenn man erwägt, daß das Rindvieh, welches ſich von dem rothen Klee nährt, eine der wichtigſten Grundlagen des Wohlſtandes von England iſt. Die Engländer konſerviren ihre körperlichen und geiſtigen Kräfte vorzugsweiſe dadurch, daß ſie ſich größtentheils von trefflichem Fleiſch, namentlich ausgezeichnetem Roſtbeaf und Beafſteak nähren. Dieſer vorzüglichen Fleiſchnahrung verdanken die Britten zum großen Theil das Uebergewicht ihres Gehirns und Geiſtes über die anderen Nationen. Offenbar iſt dieſes aber indirekt abhängig von den Katzen, welche die Feldmäuſe verfolgen. Man kann auch mit Huxley auf die alten Jungfern zurückgehen, welche vorzugsweiſe die Katzen hegen und

pflegen, und ſomit für die Befruchtung des Klees und den Wohlſtand Englands von größter Wichtigkeit ſind. An dieſem Beiſpiel können Sie erkennen, daß, je weiter man daſſelbe verfolgt, deſto größer der Kreis der Wirkungen und der Wechſelbeziehungen wird. Man kann aber mit Beſtimmtheit behaupten, daß bei jeder Pflanze und bei jedem Thiere eine Maſſe ſolcher Wechſelbeziehungen exiſtiren. Nur ſind wir ſelten im Stande, die Kette derſelben ſo herzuſtellen, und zu überſehen, wie es hier der Fall iſt.

Ein anderes merkwürdiges Beiſpiel von wichtigen Wechſelbeziehungen iſt nach Darwin folgendes: In Paraguay finden ſich keine verwilderten Rinder und Pferde, wie in den benachbarten Theilen Südamerikas, nördlich und ſüdlich von Paraguay. Dieſer auffallende Umſtand erklärt ſich einfach dadurch, daß in dieſem Lande eine kleine Fliege ſehr häufig iſt, welche die Gewohnheit hat, ihre Eier in den Nabel der neugeborenen Rinder und Pferde zu legen. Die neugeborenen Thiere ſterben in Folge dieſes Eingriffs, und jene kleine gefürchtete Fliege iſt alſo die Urſache, daß die Rinder und Pferde in dieſem Diſtrikt niemals verwildern. Angenommen, daß durch irgend einen inſektenfreſſenden Vogel jene Fliege zerſtört würde, ſo würden in Paraguay ebenſo wie in den benachbarten Theilen Südamerikas dieſe großen Säugethiere maſſenhaft verwildern, und da dieſelben eine Menge von beſtimmten Pflanzenarten verzehren, würde die ganze Flora, und in Folge davon wiederum die ganze Fauna dieſes Landes eine andere werden. Daß dadurch zugleich auch die ganze Oekonomie und ſomit der Charakter der menſchlichen Bevölkerung ſich ändern würde, braucht nicht erſt geſagt zu werden.

So kann das Gedeihen oder ſelbſt die Exiſtenz ganzer Völkerſchaften durch eine einzige kleine, an ſich höchſt unbedeutende Thier- oder Pflanzen-Form indirekt bedingt werden. Es giebt kleine oceaniſche Inſeln, deren menſchliche Bewohner weſentlich nur von einer Palmenart leben. Die Befruchtung dieſer Palme wird vorzüglich durch Inſekten vermittelt, die den Blüthenſtaub von den männlichen auf die weiblichen Palmbäume übertragen. Die Exiſtenz dieſer nütz-

lichen Inſekten wird durch inſektenfreſſende Vögel gefährdet, die ihrerſeits wieder von Raubvögeln verfolgt werden. Die Raubvögel aber unterliegen oft dem Angriffe einer kleinen paraſitiſchen Milbe, die ſich zu Millionen in ihrem Federkleid entwickelt. Dieſer kleine gefährliche Paraſit kann wiederum durch paraſitiſche Pilze getödtet werden. Pilze, Raubvögel und Inſekten würden in dieſem Falle das Gedeihen der Palmen und ſomit der Menſchen begünſtigen, Vogelmilben und inſektenfreſſende Vögel dagegen gefährden.

Intereſſante Beiſpiele für die Veränderung der Wechſelbeziehungen im Kampf um's Daſein liefern auch jene iſolirten und von Menſchen unbewohnten oceaniſchen Inſeln, auf denen zu verſchiedenen Malen von Seefahrern Ziegen oder Schweine ausgeſetzt wurden. Dieſe Thiere verwilderten und nahmen aus Mangel an Feinden an Zahl bald ſo übermäßig zu, daß die ganze übrige Thier- und Pflanzenbevölkerung darunter litt, und daß ſchließlich die Inſel beinahe verödete, weil den zu maſſenhaft ſich vermehrenden großen Säugethieren die hinreichende Nahrung fehlte. In einigen Fällen wurden auf einer ſolchen von Ziegen oder Schweinen übervölkerten Inſel ſpäter von anderen Seefahrern ein Paar Hunde ausgeſetzt, die ſich in dieſem Futterüberfluß ſehr wohl befanden, ſich wieder ſehr raſch vermehrten und furchtbar unter den Heerden aufräumten, ſo daß nach einer Anzahl von Jahren den Hunden ſelbſt das Futter fehlte, und auch ſie beinahe ausſtarben. So wechſelt beſtändig in der Oekonomie der Natur das Gleichgewicht der Arten, je nachdem die eine oder andere Art ſich auf Koſten der übrigen vermehrt. In den meiſten Fällen ſind freilich die Beziehungen der verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten zu einander viel zu verwickelt, als daß wir ihnen nachkommen könnten, und ich überlaſſe es Ihrem eigenen Nachdenken, ſich auszumalen, welches unendlich verwickelte Getriebe an jeder Stelle der Erde in Folge dieſes Kampfes ſtattfinden muß. In letzter Inſtanz ſind die Triebfedern, welche den Kampf bedingen, und welche den Kampf an allen verſchiedenen Stellen verſchieden geſtalten und modificiren, die Triebfedern der Selbſterhaltung, und zwar ſowohl der

Erhaltungstrieb der Individuen (Ernährungstrieb), als der Erhaltungstrieb der Arten (Fortpflanzungstrieb). Dieſe beiden Grundtriebe der organiſchen Selbſterhaltung ſind es, von denen ſogar Schiller, der Idealiſt (nicht Goethe, der Realiſt!) ſagt:

„Einſtweilen bis den Bau der Welt
„Philoſophie zuſammenhält,
„Erhält ſich ihr Getriebe
„Durch Hunger und durch Liebe."

Dieſe beiden mächtigen Grundtriebe ſind es, welche durch ihre verſchiedene Ausbildung in den verſchiedenen Arten den Kampf um's Daſein ſo ungemein mannichfaltig geſtalten, und welche den Erſcheinungen der Vererbung und Anpaſſung zu Grunde liegen. Wir konnten alle Vererbung auf die Fortpflanzung, alle Anpaſſung auf die Ernährung als die materielle Grundurſache zurückführen.

Der Kampf um das Daſein wirkt bei der natürlichen Züchtung ebenſo züchtend oder ausleſend, wie der Wille des Menſchen bei der künſtlichen Züchtung. Aber dieſer wirkt planmäßig und bewußt, jener planlos und unbewußt. Dieſer wichtige Unterſchied zwiſchen der künſtlichen und natürlichen Züchtung verdient beſondere Beachtung. Denn wir lernen hierdurch verſtehen, warum zweckmäßige Einrichtungen ebenſo durch zwecklos wirkende mechaniſche Urſachen, wie durch zweckmäßig thätige Endurſachen erzeugt werden können. Die Produkte der natürlichen Züchtung ſind ebenſo und noch mehr zweckmäßig eingerichtet, wie die Kunſtprodukte des Menſchen, und dennoch verdanken ſie ihre Entſtehung nicht einer zweckmäßig thätigen Schöpferkraft, ſondern einem unbewußt und planlos wirkenden mechaniſchen Verhältniß. Wenn man nicht tiefer über die Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung unter dem Einfluß des Kampfes um's Daſein nachgedacht hat, ſo iſt man zunächſt nicht geneigt, ſolche Erfolge von dieſem natürlichen Züchtungsprozeß zu erwarten, wie derſelbe in der That liefert. Es iſt daher wohl angemeſſen, hier ein Paar beſonders einleuchtende Beiſpiele von der Wirkſamkeit der natürlichen Züchtung anzuführen.

Laſſen Sie uns zunächſt die von Darwin hervorgehobene gleichfarbige Zuchtwahl oder die ſogenannte „ſympathiſche Farbenwahl“ der Thiere betrachten. Schon frühere Naturforſcher haben es ſonderbar gefunden, daß zahlreiche Thiere im Großen und Ganzen dieſelbe Färbung zeigen wie der Wohnort, oder die Umgebung, in der ſie ſich beſtändig aufhalten. So ſind z. B. die Blattläuſe und viele andere auf Blättern lebende Inſekten grün gefärbt. Die Wüſtenbewohner: Springmäuſe, Wüſtenfüchſe, Gazellen, Löwen u. ſ. w. ſind meiſt gelb oder gelblichbraun gefärbt, wie der Sand der Wüſte. Die Polarthiere, welche auf Eis und Schnee leben, ſind weiß oder grau, wie Eis und Schnee. Viele von dieſen ändern ihre Färbung im Sommer und Winter. Im Sommer, wenn der Schnee theilweis vergeht, wird das Fell dieſer Polarthiere graubraun oder ſchwärzlich wie der nackte Erdboden, während es im Winter wieder weiß wird. Schmetterlinge und Kolibris, welche die bunten, glänzenden Blüthen umſchweben, gleichen dieſen in der Färbung. Darwin erklärt nun dieſe auffallende Thatſache ganz einfach dadurch, daß eine ſolche Färbung, die mit der des Wohnortes übereinſtimmt, den betreffenden Thieren von größtem Nutzen iſt. Wenn dieſe Thiere Raubthiere ſind, ſo werden ſie ſich dem Gegenſtand ihres Appetits viel ſicherer und unbemerkter nähern können, und ebenſo werden die von ihnen verfolgten Thiere viel leichter entfliehen können, wenn ſie ſich in der Färbung möglichſt wenig von ihrer Umgebung unterſcheiden. Wenn alſo urſprünglich eine Thierart in allen Farben variirte, ſo werden diejenigen Individuen, deren Farbe am meiſten derjenigen ihrer Umgebung glich, im Kampf um's Daſein am meiſten begünſtigt geweſen ſein. Sie blieben unbemerkter, erhielten ſich und pflanzten ſich fort, während die anders gefärbten Individuen oder Spielarten ausſtarben.

Aus derſelben gleichfarbigen Zuchtwahl habe ich verſucht, die merkwürdige Waſſerähnlichkeit der pelagiſchen Glasthiere zu erklären, die wunderbare Thatſache, daß die Mehrzahl der pelagiſchen Thiere, d. h. derer, welche an der Oberfläche der offenen See leben, bläulich oder ganz farblos und glasartig durchſichtig iſt, wie das Waſſer ſelbſt.

Solch farbloſe, glasartige Thiere kommen in den verſchiedenſten Klaſſen vor. Es gehören dahin unter den Fiſchen die Helmichthyiden, durch deren glashellen Körper hindurch man die Schrift eines Buches leſen kann; unter den Weichthieren die Floſſenſchnecken und Kielſchnecken; unter den Würmern die Salpen, Alciope und Sagitta; ferner ſehr zahlreiche pelagiſche Krebsthiere (Cruſtaceen) und der größte Theil der Meduſen (Schirmquallen, Kammquallen u. ſ. w.). Alle dieſe pelagiſchen Thiere, welche an der Oberfläche des offenen Meeres ſchwimmen, ſind glasartig durchſichtig und farblos, wie das Waſſer ſelbſt, während ihre nächſten Verwandten, die auf dem Grunde des Meeres leben, gefärbt und undurchſichtig wie die Landbewohner ſind. Auch dieſe merkwürdige Thatſache läßt ſich ebenſo wie die ſympathiſche Färbung der Landbewohner durch die natürliche Züchtung erklären. Unter den Voreltern der pelagiſchen Glasthiere, welche einen verſchiedenen Grad von Farbloſigkeit und Durchſichtigkeit zeigten, werden diejenigen, welche am meiſten farblos und durchſichtig waren, offenbar in dem lebhaften Kampf um's Daſein, der an der Meeresoberfläche ſtattfindet, am meiſten begünſtigt geweſen ſein. Sie konnten ſich ihrer Beute am leichteſten unbemerkt nähern, und wurden ſelbſt von ihren Feinden am wenigſten bemerkt. So konnten ſie ſich leichter erhalten und fortpflanzen, als ihre mehr gefärbten und undurchſichtigen Verwandten, und ſchließlich erreichte, durch gehäufte Anpaſſung und Vererbung, durch natürliche Ausleſe im Laufe vieler Generationen, der Körper denjenigen Grad von glasartiger Durchſichtigkeit und Farbloſigkeit, den wir gegenwärtig an den pelagiſchen Glasthieren bewundern (Gen. Morph. II, 242).

Nicht minder intereſſant und lehrreich, als die gleichfarbige Zuchtwahl, iſt diejenige Art der natürlichen Züchtung, welche Darwin die ſexuelle oder geſchlechtliche Zuchtwahl nennt, und welche beſonders die Entſtehung der ſogenannten „ſekundären Sexualcharaktere" erklärt. Wir haben dieſe untergeordneten Geſchlechtscharaktere, die in ſo vieler Beziehung lehrreich ſind, ſchon früher erwähnt, und verſtanden darunter ſolche Eigenthümlichkeiten der Thiere und

Pflanzen, welche bloß einem der beiden Geſchlechter zukommen, und welche nicht in unmittelbarer Beziehung zu der Fortpflanzungsthätigkeit ſelbſt ſtehen. (Vergl. oben S. 188.) Solche ſekundäre Geſchlechtscharaktere kommen in großer Mannichfaltigkeit bei den Thieren vor. Sie wiſſen Alle, wie auffallend ſich bei vielen Vögeln und Schmetterlingen die beiden Geſchlechter durch Größe und Färbung unterſcheiden. Meiſtens iſt hier das Männchen das größere und ſchönere Geſchlecht. Oft beſitzt daſſelbe beſondere Zierrathe oder Waffen, wie z. B. der Sporn und Federkragen des Hahns, das Geweih der männlichen Hirſche und Rehe u. ſ. w. Alle dieſe Eigenthümlichkeiten des einen Geſchlechtes haben mit der Fortpflanzung ſelbſt, welche durch die „primären Sexualcharaktere", die eigentlichen Geſchlechtsorgane, vermittelt wird, unmittelbar Nichts zu thun.

Die Entſtehung dieſer merkwürdigen „ſekundären Sexualcharaktere" erklärt nun Darwin einfach durch die Ausleſe oder Selection, welche bei der Fortpflanzung der Thiere geſchieht. Bei den meiſten Thieren iſt die Zahl der Individuen beiderlei Geſchlechts mehr oder weniger ungleich; entweder iſt die Zahl der weiblichen oder die der männlichen Individuen größer, und wenn die Fortpflanzungszeit herannaht, findet in der Regel ein Kampf zwiſchen den betreffenden Nebenbuhlern um Erlangung der Thiere des anderen Geſchlechtes ſtatt. Es iſt bekannt, mit welcher Kraft und Heftigkeit gerade bei den höchſten Thieren, bei den Säugethieren und Vögeln, beſonders bei den in Polygamie lebenden, dieſer Kampf gefochten wird. Bei den Hühnervögeln, wo auf einen Hahn zahlreiche Hennen kommen, findet zur Erlangung eines möglichſt großen Harems ein lebhafter Kampf zwiſchen den mitbewerbenden Hähnen ſtatt. Daſſelbe gilt von vielen Wiederkäuern. Bei den Hirſchen und Rehen z. B. entſtehen zur Zeit der Fortpflanzung gefährliche Kämpfe zwiſchen den Männchen um den Beſitz der Weibchen. Der ſekundäre Sexualcharakter, welcher hier die Männchen auszeichnet, das Geweih der Hirſche und Rehe, das den Weibchen fehlt, iſt nach Darwin die Folge jenes Kampfes. Hier iſt alſo nicht, wie beim Kampf um die individuelle Exiſtenz, die Selbſt-

erhaltung, sondern die Erhaltung der Art, die Fortpflanzung, das Motiv und die bestimmende Ursache des Kampfes. Es giebt eine ganze Menge von Waffen, die in dieser Weise von den Thieren erworben wurden, sowohl passive Schutzwaffen als aktive Angriffswaffen. Eine solche Schutzwaffe ist zweifelsohne die Mähne des Löwen, die dem Weibchen abgeht; sie ist bei den Bissen, die die männlichen Löwen sich am Halse beizubringen suchen, wenn sie um die Weibchen kämpfen, ein tüchtiges Schutzmittel; und daher sind die mit der stärksten Mähne versehenen Männchen in dem sexuellen Kampfe am Meisten begünstigt. Eine ähnliche Schutzwaffe ist die Wamme des Stiers und der Federkragen des Hahns. Aktive Angriffswaffen sind dagegen das Geweih des Hirsches, der Hauzahn des Ebers, der Sporn des Hahns und der entwickelte Oberkiefer des männlichen Hirschkäfers; alles Instrumente, welche beim Kampfe der Männchen um die Weibchen zur Vernichtung oder Vertreibung der Nebenbuhler dienen.

In den letzterwähnten Fällen sind es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe der Nebenbuhler, welche die Entstehung des sekundären Sexualcharakters bedingen. Außer diesen unmittelbaren Vernichtungskämpfen sind aber bei der geschlechtlichen Auslese auch die mehr mittelbaren Wettkämpfe von großer Wichtigkeit, welche auf die Nebenbuhler nicht minder umbildend einwirken. Diese bestehen vorzugsweise darin, daß das werbende Geschlecht dem anderen zu gefallen sucht: durch äußeren Putz, durch Schönheit, oder durch eine melodische Stimme. Darwin meint, daß die schöne Stimme der Singvögel wesentlich auf diesem Wege entstanden ist. Bei vielen Vögeln findet ein wirklicher Sängerkrieg zwischen den Männchen statt, die um den Besitz der Weibchen kämpfen. Von mehreren Singvögeln weiß man, daß zur Zeit der Fortpflanzung die Männchen sich zahlreich vor den Weibchen versammeln und vor ihnen ihren Gesang erschallen lassen, und daß dann die Weibchen denjenigen Sänger, welcher ihnen am besten gefällt, zu ihrem Gemahl erwählen. Bei anderen Singvögeln lassen die einzelnen Männchen in der Einsamkeit des Waldes ihren Gesang ertönen, um die Weibchen an-

zulocken, und dieſe folgen dem anziehendſten Locktone. Ein ähnlicher muſikaliſcher Wettkampf, der allerdings weniger melodiſch iſt, findet bei den Cikaden und Heuſchrecken ſtatt. Bei den Cikaden hat das Männchen am Unterleib zwei trommelartige Inſtrumente und erzeugt damit die ſcharfen zirpenden Töne, welche die alten Griechen ſeltſamer Weiſe als ſchöne Muſik prieſen. Bei den Heuſchrecken bringen die Männchen, theils indem ſie die Hinterſchenkel wie Violinbogen an den Flügeldecken reiben, theils durch Reiben der Flügeldecken an einander, Töne hervor, die für uns allerdings nicht melodiſch ſind, die aber den weiblichen Heuſchrecken ſo gut gefallen, daß ſie die am beſten geigenden Männchen ſich ausſuchen.

Bei anderen Inſekten und Vögeln iſt es nicht der Geſang oder überhaupt die muſikaliſche Leiſtung, ſondern der Putz oder die Schönheit des einen Geſchlechts, welches das andere anzieht. So finden wir, daß bei den meiſten Hühnervögeln die Hähne durch Hautlappen auf dem Kopfe ſich auszeichnen, oder durch einen ſchönen Schweif, den ſie radartig ausbreiten, wie z. B. der Pfau und der Truthahn. Auch der prachtvolle Schweif des Paradiesvogels iſt eine ausſchließliche Zierde des männlichen Geſchlechts. Ebenſo zeichnen ſich bei ſehr vielen anderen Vögeln und bei ſehr vielen Inſekten, namentlich Schmetterlingen, die Männchen durch beſondere Farben oder andere Zierden vor den Weibchen aus. Offenbar ſind dieſelben Produkte der ſexuellen Züchtung. Da den Weibchen dieſe Reize und Verzierungen fehlen, ſo müſſen wir ſchließen, daß dieſelben von den Männchen im Wettkampf um die Weibchen erſt mühſam erworben worden ſind, wobei die Weibchen auslеſend wirkten.

Die Anwendung dieſes intereſſanten Schluſſes auf die menſchliche Geſellſchaft können Sie ſich ſelbſt leicht im Einzelnen ausmalen. Offenbar ſind auch hier dieſelben Urſachen bei der Ausbildung der ſekundären Sexualcharaktere wirkſam geweſen. Ebenſowohl die Vorzüge, welche den Mann, als diejenigen, welche das Weib auszeichnen, verdanken ihren Urſprung ganz gewiß größtentheils der ſexuellen Ausleſe des anderen Geſchlechts. Im Alterthum und im Mittelalter, beſon-

ders in der romantischen Ritterzeit, waren es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe, die Turniere und Duelle, welche die Brautwahl vermittelten; der Stärkere führte die Braut heim. In neuerer Zeit dagegen sind die mittelbaren Wettkämpfe der Nebenbuhler beliebter, welche mittelst musikalischer Leistungen, Spiel und Gesang, oder mittelst körperlicher Reize, natürlicher Schönheit oder künstlichen Putzes, in unseren sogenannten „feinen" und „hochcivilisirten" Gesellschaften ausgekämpft werden. Bei weitem am Wichtigsten aber von diesen verschiedenen Formen der Geschlechtswahl des Menschen ist die am meisten veredelte Form derselben, nämlich die psychische Auslese, bei welcher die geistigen Vorzüge des einen Geschlechts bestimmend auf die Wahl des anderen einwirken. Indem der am höchsten veredelte Kulturmensch sich bei der Wahl der Lebensgefährtin Generationen hindurch von den Seelenvorzügen derselben leiten ließ, und diese auf die Nachkommenschaft vererbte, half er mehr, als durch vieles Andere, die tiefe Kluft schaffen, welche ihn gegenwärtig von den rohesten Naturvölkern und von unseren gemeinsamen thierischen Voreltern trennt. Ueberhaupt ist die Rolle, welche die gesteigerte sexuelle Zuchtwahl, und ebenso die Rolle, welche die vorgeschrittene Arbeitstheilung zwischen beiden Geschlechtern beim Menschen spielt, höchst bedeutend, und ich glaube, daß hierin eine der mächtigsten Ursachen zu suchen ist, welche die phylogenetische Entstehung und die historische Entwickelung des Menschengeschlechts bewirkten (Gen. Morph. II, 247).

Da Darwin in seinem 1871 erschienenen, höchst interessanten Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl"[48]) diesen Gegenstand in der geistreichsten Weise erörtert und durch die merkwürdigsten Beispiele erläutert hat, verweise ich Sie bezüglich des Näheren auf dieses Werk. Lassen Sie uns dagegen jetzt noch einen Blick auf zwei äußerst wichtige organische Grundgesetze werfen, welche sich durch die Selectionstheorie als nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein erklären lassen, nämlich das Gesetz der Arbeitstheilung oder Differenzirung und das Gesetz des Fortschritts oder der Ver-

vollkommnung. Man war früher, als man in der geſchichtlichen Entwickelung, in der individuellen Entwickelung und in der vergleichenden Anatomie der Thiere und Pflanzen durch die Erfahrung dieſe beiden Geſetze kennen lernte, geneigt, dieſelben wieder auf eine unmittelbare ſchöpferiſche Einwirkung zurückzuführen. Es ſollte in dem zweckmäßigen Plane des Schöpfers gelegen haben, die Formen der Thiere und Pflanzen im Laufe der Zeit immer mannichfaltiger auszubilden und immer vollkommener zu geſtalten. Wir werden offenbar einen großen Schritt in der Erkenntniß der Natur thun, wenn wir dieſe teleologiſche und anthropomorphe Vorſtellung zurückweiſen, und die beiden Geſetze der Arbeitstheilung und Vervollkommnung als nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampfe um's Daſein nachweiſen können.

Das erſte große Geſetz,. welches unmittelbar und mit Nothwendigkeit aus der natürlichen Züchtung folgt, iſt dasjenige der Sonderung oder Differenzirung, welche man auch häufig als Arbeitstheilung oder Polymorphismus bezeichnet und welche Darwin als Divergenz des Charakters erläutert. (Gen. Morph. II, 249.) Wir verſtehen darunter die allgemeine Neigung aller organiſchen Individuen, ſich in immer höherem Grade ungleichartig auszubilden und von dem gemeinſamen Urbilde zu entfernen. Die Urſache dieſer allgemeinen Neigung zur Sonderung und der dadurch bewirkten Hervorbildung ungleichartiger Formen aus gleichartiger Grundlage iſt nach Darwin einfach auf den Umſtand zurückzuführen, daß der Kampf um's Daſein zwiſchen je zwei Organismen um ſo heftiger entbrennt, je näher ſich dieſelben in jeder Beziehung ſtehen, je gleichartiger ſie ſind. Dies iſt ein ungemein wichtiges und eigentlich äußerſt einfaches Verhältniß, welches aber gewöhnlich gar nicht gehörig in's Auge gefaßt wird.

Es wird Jedem von Ihnen einleuchten, daß auf einem Acker von beſtimmter Größe neben den Kornpflanzen, die dort ausgeſäet ſind, eine große Anzahl von Unkräutern exiſtiren können, und zwar an Stellen, welche nicht von den Kornpflanzen eingenommen werden könnten.

Die trockeneren, sterileren Stellen des Bodens, auf denen keine Kornpflanze gedeihen würde, können noch zum Unterhalt von Unkraut verschiedener Art dienen; und zwar werden davon um so mehr verschiedene Arten und Individuen neben einander existiren können, je besser die verschiedenen Unkrautarten geeignet sind, sich den verschiedenen Stellen des Ackerbodens anzupassen. Ebenso ist es mit den Thieren. Offenbar können in einem und demselben beschränkten Bezirk eine viel größere Anzahl von thierischen Individuen zusammenleben, wenn dieselben von mannichfach verschiedener Natur, als wenn sie alle gleich sind. Es giebt Bäume (wie z. B. die Eiche), auf welchen ein paar Hundert verschiedene Insektenarten neben einander leben. Die einen nähren sich von den Früchten des Baumes, die anderen von den Blättern, noch andere von der Rinde, der Wurzel u. s. f. Es wäre ganz unmöglich, daß die gleiche Zahl von Individuen auf diesem Baume lebte, wenn alle von einer Art wären, wenn z. B. alle nur von der Rinde oder nur von den Blättern lebten. Ganz dasselbe ist in der menschlichen Gesellschaft der Fall. In einer und derselben kleinen Stadt kann eine bestimmte Anzahl von Handwerkern nur leben, wenn dieselben verschiedene Geschäfte betreiben. Die Arbeitstheilung, welche sowohl der ganzen Gemeinde, als auch dem einzelnen Arbeiter den größten Nutzen bringt, ist eine unmittelbare Folge des Kampfes um's Dasein, der natürlichen Züchtung; denn dieser Kampf ist um so leichter zu bestehen, je mehr sich die Thätigkeit und somit auch die Form der verschiedenen Individuen von einander entfernt. Natürlich wirkt die verschiedene Funktion umbildend auf die Form zurück, und die physiologische Arbeitstheilung bedingt nothwendig die morphologische Differenzirung, die „Divergenz des Charakters“ [37]).

Nun bitte ich Sie wieder zu erwägen, daß alle Thier- und Pflanzenarten veränderlich sind, und die Fähigkeit besitzen, sich an verschiedenen Orten den lokalen Verhältnissen anzupassen. Die Spielarten, Varietäten oder Rassen einer jeden Species werden sich den Anpassungsgesetzen gemäß um so mehr von der ursprünglichen Stammart entfernen, je verschiedenartiger die neuen Verhältnisse sind, denen sie

ſich anpaſſen. Wenn wir nun dieſe von einer gemeinſamen Grundform ausgehenden Varietäten uns in Form eines verzweigten Strahlenbüſchels vorſtellen, ſo werden diejenigen Spielarten am beſten neben einander exiſtiren und ſich fortpflanzen können, welche am weiteſten von einander entfernt ſind, welche an den Enden der Reihe oder auf entgegengeſetzten Seiten des Büſchels ſtehen. Die in der Mitte ſtehenden Uebergangsformen dagegen haben den ſchwierigſten Stand im Kampfe um's Daſein. Die nothwendigen Lebensbedürfniſſe ſind bei den extremen, am weiteſten auseinander gehenden Spielarten am meiſten verſchieden, und daher werden dieſe in dem allgemeinen Kampfe um's Daſein am wenigſten in ernſtlichen Konflikt gerathen. Die vermittelnden Zwiſchenformen dagegen, welche ſich am wenigſten von der urſprünglichen Stammform entfernt haben, theilen mehr oder minder dieſelben Lebensbedürfniſſe, und daher werden ſie in der Mitbewerbung um dieſelben am meiſten zu kämpfen haben und am gefährlichſten bedroht ſein. Wenn alſo zahlreiche Varietäten oder Spielarten einer Species auf einem und demſelben Fleck der Erde mit einander leben, ſo können viel eher die Extreme, die am meiſten abweichenden Formen, neben einander fort beſtehen, als die vermittelnden Zwiſchenformen, welche mit jedem der verſchiedenen Extreme zu kämpfen haben. Die letzteren werden auf die Dauer den feindlichen Einflüſſen nicht widerſtehen können, welche die erſteren ſiegreich überwinden. Dieſe allein erhalten ſich, pflanzen ſich fort, und ſind nun nicht mehr durch vermittelnde Uebergangsformen mit der urſprünglichen Stammart verbunden. So entſtehen aus Varietäten „gute Arten". Der Kampf um's Daſein begünſtigt nothwendig die allgemeine Divergenz oder das Auseinandergehen der organiſchen Formen, die beſtändige Neigung der Organismen, neue Arten zu bilden. Dieſe beruht nicht auf einer myſtiſchen Eigenſchaft, auf einem unbekannten Bildungstrieb der Organismen, ſondern auf der Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung im Kampfe um's Daſein. Indem von den Varietäten einer jeden Species die vermittelnden Zwiſchenformen erlöſchen und die Uebergangsglieder ausſterben, geht der Divergenz-

prozeß immer weiter, und bildet in den Extremen Geſtalten aus, die wir als neue Arten unterſcheiden.

Obgleich alle Naturforſcher die Variabilität oder Veränderlichkeit aller Thier- und Pflanzenarten zugeben müſſen, haben doch die meiſten bisher beſtritten, daß die Abänderung oder Umbildung der organiſchen Form die urſprüngliche Grenze des Speciescharakters überſchreite. Unſere Gegner halten an dem Satze feſt: „Soweit auch eine Art in Varietätenbüſchel aus einander gehen mag, ſo ſind die Spielarten oder Varietäten derſelben doch niemals in dem Grade von einander unterſchieden, wie zwei wirkliche gute Arten.“ Dieſe Behauptung, die gewöhnlich von Darwin's Gegnern an die Spitze ihrer Beweisführung geſtellt wird, iſt vollkommen unhaltbar und unbegründet. Dies wird Ihnen ſofort klar, ſobald Sie kritiſch die verſchiedenen Verſuche vergleichen, den Begriff der Species oder Art feſtzuſtellen. Was eigentlich eine „echte oder gute Art“ („Bona species“) ſei, dieſe Frage vermag kein Naturforſcher zu beantworten, trotzdem jeder Syſtematiker täglich dieſe Ausdrücke gebraucht, und trotzdem ganze Bibliotheken über die Frage geſchrieben worden ſind, ob dieſe oder jene beobachtete Form eine Species oder Varietät, eine wirklich gute oder ſchlechte Art ſei. Die am meiſten verbreitete Antwort auf dieſe Frage war folgende: „Zu einer Art gehören alle Individuen, die in allen weſentlichen Merkmalen übereinſtimmen. Weſentliche Speciescharaktere ſind aber ſolche, welche beſtändig oder konſtant ſind, und niemals abändern oder variiren.“ Sobald nun aber der Fall eintrat, daß ein Merkmal, das man bisher für weſentlich hielt, dennoch abänderte, ſo ſagte man: „Dieſes Merkmal iſt für die Art nicht weſentlich geweſen, denn weſentliche Charaktere variiren nicht.“ Man bewegte ſich alſo in einem offenbaren Zirkelſchluß, und die Naivetät iſt wirklich erſtaunlich, mit der dieſe Kreisbewegung der Artdefinition in Tauſenden von Büchern als unumſtößliche Wahrheit hingeſtellt und immer noch wiederholt wird.

Ebenſo wie dieſer, ſo ſind auch alle übrigen Verſuche, welche man zu einer feſten und logiſchen Begriffsbeſtimmung der organiſchen

„Species" gemacht hat, völlig fruchtlos und vergeblich gewesen. Der Natur der Sache nach kann es nicht anders sein. Der Begriff der Species ist ebenso gut relativ, und nicht absolut, wie der Begriff der Varietät, Gattung, Familie, Ordnung, Klasse u. s. w. Ich habe dies in der Kritik des Speciesbegriffs in meiner generellen Morphologie theoretisch nachgewiesen (Gen. Morph. II, 323—364). Praktisch habe ich diesen Beweis in meinem „System der Kalkschwämme" geliefert[50]). Bei diesen merkwürdigen Thieren erscheint die übliche Species-Unterscheidung völlig willkürlich. Ich will mit dieser Erörterung hier keine Zeit verlieren, und nur noch ein paar Worte über das Verhältniß der Species zur Bastardzeugung sagen. Früher galt es als Dogma, daß zwei gute Arten niemals mit einander Bastarde zeugen könnten, welche sich als solche fortpflanzten. Man berief sich dabei fast immer auf die Bastarde von Pferd und Esel, die Maulthiere und Maulesel, die in der That nur selten sich fortpflanzen können. Allein solche unfruchtbare Bastarde sind, wie sich herausgestellt hat, seltene Ausnahmen, und in der Mehrzahl der Fälle sind Bastarde zweier ganz verschiedenen Arten fruchtbar und können sich fortpflanzen. Fast immer können sie mit einer der beiden Elternarten, bisweilen aber auch rein unter sich fruchtbar sich vermischen. Daraus können aber nach dem „Gesetze der vermischten Vererbung" ganz neue Formen entstehen.

In der That ist so die Bastardzeugung eine Quelle der Entstehung neuer Arten, verschieden von der bisher betrachteten Quelle der natürlichen Züchtung. Schon früher habe ich gelegentlich solche Bastard-Arten (Species hybridae) angeführt, insbesondere das Hasenkaninchen (Lepus Darwinii), welches aus der Kreuzung von Hasen-Männchen mit Kaninchen-Weibchen entsprungen ist, das Ziegenschaf (Capra ovina), welches aus der Paarung des Ziegenbocks mit dem weiblichen Schafe entstanden ist, ferner verschiedene Arten der Disteln (Cirsium), der Brombeeren (Rubus) u. s. w. (S. 130—132). Vielleicht sind viele wilde Species auf diesem Wege entstanden, wie es auch Linné schon annahm.

Jedenfalls aber beweisen diese Bastard-Arten, die sich so gut wie reine Species erhalten und fortpflanzen, daß die Bastardzeugung nicht dazu dienen kann, den Begriff der Species irgendwie zu charakterisiren.

Daß die vielen vergeblichen Versuche, den Speciesbegriff theoretisch festzustellen, mit der praktischen Speciesunterscheidung gar Nichts zu thun haben, wurde schon früher angeführt (S. 45). Die verschiedenartige praktische Verwerthung des Speciesbegriffs, wie sie sich in der systematischen Zoologie und Botanik durchgeführt findet, ist sehr lehrreich für die Erkenntniß der menschlichen Thorheit. Die bei weitem überwiegende Mehrzahl der Zoologen und Botaniker war bisher bei Unterscheidung und Beschreibung der verschiedenen Thier- und Pflanzenformen vor Allem bestrebt, die verwandten Formen als „gute Species" scharf zu trennen. Allein eine scharfe und folgerichtige Unterscheidung solcher „echten und guten Arten" zeigte sich fast nirgends möglich. Es giebt nicht zwei Zoologen, nicht zwei Botaniker, welche in allen Fällen darüber einig wären, welche von den nahe verwandten Formen einer Gattung gute Arten seien und welche nicht. Alle Autoren haben darüber verschiedene Ansichten. Bei der Gattung Hieracium z. B., einer der gemeinsten deutschen Pflanzengattungen, hat man über 300 Arten in Deutschland allein unterschieden. Der Botaniker Fries läßt davon aber nur 106, Koch nur 52 als „gute Arten" gelten, und Andere nehmen deren kaum 20 an. Ebenso groß sind die Differenzen bei den Brombeerarten (Rubus). Wo der eine Botaniker über hundert Arten macht, nimmt der zweite bloß etwa die Hälfte, ein dritter nur fünf bis sechs oder noch weniger Arten an. Die Vögel Deutschlands kennt man seit längerer Zeit sehr genau. Bechstein hat in seiner sorgfältigen Naturgeschichte der deutschen Vögel 367 Arten unterschieden, L. Reichenbach 379, Meyer und Wolf 406, und der vogelkundige Pastor Brehm sogar mehr als 900 verschiedene Arten. Von den Kalkschwämmen habe ich selbst gezeigt, daß man darunter nach Belieben 3 Arten, oder 21 oder 111 oder 289 oder 591 Species unterscheiden kann[50]).

Sie ſehen alſo, daß die größte Willkür hier wie in jedem anderen Gebiete der zoologiſchen und botaniſchen Syſtematik herrſcht, und der Natur der Sache nach herrſchen muß. Denn es iſt ganz unmöglich, Varietäten, Spielarten und Raſſen von den ſogenannten „guten Arten" ſcharf zu unterſcheiden. Varietäten ſind beginnende Arten. Aus der Variabilität oder Anpaſſungsfähigkeit der Arten folgt mit Nothwendigkeit unter dem Einfluſſe des Kampfes um's Daſein die immer weiter gehende Sonderung oder Differenzirung der Spielarten, die beſtändige Divergenz der neuen Formen, und indem dieſe durch Erblichkeit eine Anzahl von Generationen hindurch konſtant erhalten werden, während die vermittelnden Zwiſchenformen ausſterben, bilden ſie ſelbſtſtändige „neue Arten". Die Entſtehung neuer Species durch die Arbeitstheilung oder Sonderung, Divergenz oder Differenzirung der Varietäten, iſt mithin eine nothwendige Folge der natürlichen Züchtung[17]).

Daſſelbe gilt nun auch von dem zweiten großen Geſetze, welches wir unmittelbar aus der natürlichen Züchtung ableiten, und welches dem Divergenzgeſetze zwar ſehr nahe verwandt, aber keineswegs damit identiſch iſt, nämlich von dem Geſetze des Fortſchritts (Progressus) oder der Vervollkommnung (Teleosis). (Gen. Morph. II, 257.) Auch dieſes große und wichtige Geſetz iſt gleich dem Differenzirungsgeſetze längſt empiriſch durch die paläontologiſche Erfahrung feſtgeſtellt worden, ehe uns Darwin's Selectionstheorie den Schlüſſel zu ſeiner urſächlichen Erklärung lieferte. Die meiſten ausgezeichneten Paläontologen haben das Fortſchrittsgeſetz als allgemeinſtes Reſultat ihrer Unterſuchungen über die Verſteinerungen und deren hiſtoriſche Reihenfolge hingeſtellt, ſo namentlich der verdienſtvolle Bronn, deſſen Unterſuchungen über die Geſtaltungsgeſetze[18]) und Entwickelungsgeſetze[19]) der Organismen, obwohl wenig gewürdigt, dennoch vortrefflich ſind, und die allgemeinſte Beachtung verdienen. Die allgemeinen Reſultate, zu welchen Bronn bezüglich des Differenzirungs- und Fortſchrittsgeſetzes auf rein empiriſchem Wege, durch

außerordentlich fleißige und ſorgfältige Unterſuchungen gekommen iſt, ſind glänzende Beſtätigungen der Selectionstheorie.

Das Geſetz des Fortſchritts oder der Vervollkommnung konſtatirt auf Grund der paläontologiſchen Erfahrung die äußerſt wichtige Thatſache, daß zu allen Zeiten des organiſchen Lebens auf der Erde eine beſtändige Zunahme in der Vollkommenheit der organiſchen Bildungen ſtattgefunden hat. Seit jener unvordenklichen Zeit, in welcher das Leben auf unſerem Planeten mit der Urzeugung von Moneren begann, haben ſich die Organismen aller Gruppen beſtändig im Ganzen wie im Einzelnen vervollkommnet und höher ausgebildet. Die ſtetig zunehmende Mannichfaltigkeit der Lebensformen war ſtets zugleich von Fortſchritten in der Organiſation begleitet. Je tiefer Sie in die Schichten der Erde hinabſteigen, in welchen die Reſte der ausgeſtorbenen Thiere und Pflanzen begraben liegen, je älter die letzteren mithin ſind, deſto einförmiger, einfacher und unvollkommener ſind ihre Geſtalten. Dies gilt ſowohl von den Organismen im Großen und Ganzen, als von jeder einzelnen größeren oder kleineren Gruppe derſelben, abgeſehen natürlich von jenen Ausnahmen, die durch Rückbildung einzelner Formen entſtehen.

Zur Beſtätigung dieſes Geſetzes will ich Ihnen hier wieder nur die wichtigſte von allen Thiergruppen, den Stamm der Wirbelthiere, anführen. Die älteſten foſſilen Wirbelthierreſte, welche wir kennen, gehören der tiefſtehenden Fiſchklaſſe an. Auf dieſe folgten ſpäterhin die vollkommneren Amphibien, dann die Reptilien, und endlich in noch viel ſpäterer Zeit die höchſtorganiſirten Wirbelthierklaſſen, die Vögel und Säugethiere. Von den letzteren erſchienen zuerſt nur die niedrigſten und unvollkommenſten Formen, ohne Placenta, die Beutelthiere, und viel ſpäter wiederum die vollkommneren Säugethiere, mit Placenta. Auch von dieſen traten zuerſt nur niedere, ſpäter höhere Formen auf, und erſt in der jüngeren Tertiärzeit entwickelte ſich aus den letzteren allmählich der Menſch.

Verfolgen Sie die hiſtoriſche Entwickelung des Pflanzenreichs, ſo finden Sie hier daſſelbe Geſetz beſtätigt. Auch von den Pflanzen

exiſtirte anfänglich bloß die niedrigſte und unvollkommenſte Klaſſe, diejenige der Algen oder Tange. Auf dieſe folgte ſpäter die Gruppe der farnkrautartigen Pflanzen oder Filicinen. Aber noch exiſtirten keine Blüthenpflanzen oder Phanerogamen. Dieſe begannen erſt ſpäter mit den Gymnoſpermen (Nadelhölzern und Cycadeen), welche in ihrer ganzen Bildung tief unter den übrigen Blüthenpflanzen (Angioſpermen) ſtehen, und den Uebergang von den Filicinen zu den Angioſpermen vermitteln. Dieſe letzteren entwickelten ſich wiederum viel ſpäter, und zwar waren auch hier anfangs bloß kronenloſe Blüthenpflanzen (Monocotyledonen und Monochlamydeen), ſpäter erſt kronenblüthige (Dichlamydeen) vorhanden. Endlich gingen unter dieſen wieder die niederen Diapetalen den höheren Gamopetalen voraus. Dieſe ganze Reihenfolge iſt ein unwiderleglicher Beweis für das Geſetz der fortſchreitenden Entwickelung.

Fragen wir nun, wodurch dieſe Thatſache bedingt iſt, ſo kommen wir wiederum, gerade ſo wie bei der Thatſache der Differenzirung, auf die natürliche Züchtung im Kampf um das Daſein zurück. Wenn ſie noch einmal den ganzen Vorgang der natürlichen Züchtung, wie er durch die verwickelte Wechſelwirkung der verſchiedenen Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze ſich geſtaltet, ſich vor Augen ſtellen, ſo werden Sie als die nächſte nothwendige Folge nicht allein die Divergenz des Charakters, ſondern auch die Vervollkommnung deſſelben erkennen. Wir ſehen ganz daſſelbe in der Geſchichte des menſchlichen Geſchlechts. Auch hier iſt es natürlich und nothwendig, daß die fortſchreitende Arbeitstheilung beſtändig die Menſchheit fördert, und in jedem einzelnen Zweige der menſchlichen Thätigkeit zu neuen Erfindungen und Verbeſſerungen antreibt. Im Großen und Ganzen beruht der Fortſchritt ſelbſt auf der Differenzirung und iſt daher gleich dieſer eine unmittelbare Folge der natürlichen Züchtung durch den Kampf um's Daſein.

# Zwölfter Vortrag.

## Entwickelungsgesetze der organischen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie.

---

Entwickelungsgesetze der Menschheit: Differenzirung und Vervollkommnung. Mechanische Ursache dieser beiden Grundgesetze. Fortschritt ohne Differenzirung und Differenzirung ohne Fortschritt. Entstehung der rudimentären Organe durch Nichtgebrauch und Abgewöhnung. Ontogenesis oder individuelle Entwickelung der Organismen. Allgemeine Bedeutung derselben. Ontogenie oder individuelle Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere, mit Inbegriff des Menschen. Eifurchung. Bildung der drei Keimblätter. Entwickelungsgeschichte des Centralnervensystems, der Extremitäten, der Kiemenbogen und des Schwanzes bei den Wirbelthieren. Ursächlicher Zusammenhang und Parallelismus der Ontogenesis und Phylogenesis, der individuellen und der Stammesentwickelung. Ursächlicher Zusammenhang und Parallelismus der Phylogenesis und der systematischen Entwickelung. Parallelismus der drei organischen Entwickelungsreihen.

Meine Herren! Wenn der Mensch seine Stellung in der Natur begreifen und sein Verhältniß zu der für ihn erkennbaren Erscheinungswelt naturgemäß erfassen will, so ist es durchaus nothwendig, daß er objektiv die menschlichen Erscheinungen mit den außermenschlichen vergleicht, und vor allen mit den thierischen Erscheinungen. Wir haben bereits früher gesehen, daß die ungemein wichtigen physiologischen Gesetze der Vererbung und der Anpassung in ganz gleicher Weise für den menschlichen Organismus, wie für das Reich der Thiere

und Pflanzen ihre Geltung haben, und hier wie dort in Wechselwirkung mit einander stehen. Daher wirkt auch die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein ebenso in der menschlichen Gesellschaft, wie im Leben der Thiere und Pflanzen umgestaltend ein, ruft hier wie dort immer neue Formen hervor. Ganz besonders wichtig ist diese Vergleichung der menschlichen und der thierischen Umbildungsphänomene bei Betrachtung des Divergenzgesetzes und des Fortschrittsgesetzes, der beiden Grundgesetze, die wir am Ende des letzten Vortrags als unmittelbare und nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein nachgewiesen haben.

Ein vergleichender Ueberblick über die Völkergeschichte oder die sogenannte „Weltgeschichte" zeigt Ihnen zunächst als allgemeinstes Resultat eine beständig zunehmende Mannichfaltigkeit der menschlichen Thätigkeit, im einzelnen Menschenleben sowohl als im Familien- und Staatenleben. Diese Differenzirung oder Sonderung, diese stetig zunehmende Divergenz des menschlichen Charakters und der menschlichen Lebensform wird hervorgebracht durch die immer weiter gehende und tiefer greifende Arbeitstheilung der Individuen. Während die ältesten und niedrigsten Stufen der menschlichen Kultur uns überall nahezu dieselben rohen und einfachen Verhältnisse vor Augen führen, bemerken wir in jeder folgenden Periode der Geschichte eine größere Mannichfaltigkeit in Sitten, Gebräuchen und Einrichtungen bei den verschiedenen Nationen. Die zunehmende Arbeitstheilung bedingt eine steigende Mannichfaltigkeit der Formen in jeder Beziehung. Das spricht sich selbst in der menschlichen Gesichtsbildung aus. Unter den niedersten Volksstämmen gleichen sich die meisten Individuen so sehr, daß die europäischen Reisenden dieselben oft gar nicht unterscheiden können. Mit zunehmender Kultur differenzirt sich die Physiognomie der Individuen. Endlich bei den höchst entwickelten Kulturvölkern, bei Engländern und Deutschen, geht die Divergenz der Gesichtsbildung bei allen stammverwandten Individuen so weit, daß wir nur selten in die Verlegenheit kommen, zwei Gesichter gänzlich mit einander zu verwechseln.

Als zweites oberstes Grundgesetz tritt uns in der Völkergeschichte das große Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung entgegen. Im Großen und Ganzen ist die Geschichte der Menschheit die Geschichte ihrer fortschreitenden Entwickelung. Freilich kommen überall und zu jeder Zeit Rückschritte im Einzelnen vor, oder es werden schiefe Bahnen des Fortschritts eingeschlagen, welche nur einer einseitigen und äußerlichen Vervollkommnung entgegenführen, und dabei von dem höheren Ziele der inneren und werthvolleren Vervollkommnung sich mehr und mehr entfernen. Allein im Großen und Ganzen ist und bleibt die Entwickelungsbewegung der ganzen Menschheit eine fortschreitende, indem der Mensch sich immer weiter von seinen affenartigen Vorfahren entfernt und immer mehr seinen selbstgesteckten idealen Zielen nähert.

Wenn sie nun erkennen wollen, durch welche Ursachen eigentlich diese beiden großen Entwickelungsgesetze der Menschheit, das Divergenzgesetz und das Fortschrittsgesetz bedingt sind, so müssen Sie dieselben mit den entsprechenden Entwickelungsgesetzen der Thierheit vergleichen, und Sie werden bei tieferem Eingehen nothwendig zu dem Schlusse kommen, daß sowohl die Erscheinungen wie ihre Ursachen in beiden Fällen ganz dieselben sind. Ebenso in dem Entwickelungsgange der Menschenwelt wie in demjenigen der Thierwelt sind die beiden Grundgesetze der Differenzirung und Vervollkommnung lediglich durch rein mechanische Ursachen bedingt, lediglich die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein.

Vielleicht hat sich Ihnen bei der vorhergehenden Betrachtung die Frage aufgedrängt: „Sind nicht diese beiden Gesetze identisch? Ist nicht immer der Fortschritt nothwendig mit der Divergenz verbunden?" Diese Frage ist oft bejaht worden, und Carl Ernst Bär z. B., einer der größten Forscher im Gebiete der Entwickelungsgeschichte, hat als eines der obersten Gesetze in der Ontogenesis des Thierkörpers den Satz ausgesprochen: „Der Grad der Ausbildung (oder Vervollkommnung) besteht in der Stufe der Sonderung (oder Differenzirung) der Theile"[20]). So richtig dieser Satz im Ganzen

ist, so hat er dennoch keine allgemeine Gültigkeit. Vielmehr zeigt sich in vielen einzelnen Fällen, daß Divergenz und Fortschritt keineswegs durchweg zusammenfallen. *Nicht jeder Fortschritt ist eine Differenzirung, und nicht jede Differenzirung ist ein Fortschritt.*

Was zunächst die Vervollkommnung oder den Fortschritt betrifft, so hat man schon früher, durch rein anatomische Betrachtungen geleitet, das Gesetz aufgestellt, daß allerdings die Vervollkommnung des Organismus größtentheils auf der Arbeitstheilung der einzelnen Organe und Körpertheile beruht, daß es jedoch auch andere organische Umbildungen giebt, welche einen Fortschritt in der Organisation bedingen. Eine solche ist besonders die *Zahlverminderung gleichartiger Theile*. Wenn Sie z. B. die niederen krebsartigen Gliederthiere, welche sehr zahlreiche Beinpaare besitzen, vergleichen mit den Spinnen, die stets nur vier Beinpaare, und mit den Insekten, die stets nur drei Beinpaare besitzen, so finden Sie dieses Gesetz, für welches eine Masse von Beispielen sich anführen läßt, bestätigt. Die Zahlreduktion der Beinpaare ist ein Fortschritt in der Organisation der Gliederthiere. Ebenso ist die Zahlreduktion der gleichartigen Wirbelabschnitte des Rumpfes bei den Wirbelthieren ein Fortschritt in deren Organisation. Die Fische und Amphibien mit einer sehr großen Anzahl von gleichartigen Wirbeln sind schon deshalb unvollkommener und niedriger als die Vögel und Säugethiere, bei denen die Wirbel nicht nur im Ganzen viel mehr differenzirt, sondern auch die Zahl der gleichartigen Wirbel viel geringer ist. Nach demselben Gesetze der Zahlverminderung sind ferner die Blüthen mit zahlreichen Staubfäden unvollkommener als die Blüthen der verwandten Pflanzen mit einer geringen Staubfädenzahl u. s. w. Wenn also ursprünglich eine sehr große Anzahl von gleichartigen Theilen im Körper vorhanden war, und wenn diese Zahl im Laufe zahlreicher Generationen allmählich abnahm, so war diese Umbildung eine Vervollkommnung.

Ein anderes Fortschrittsgesetz, welches von der Differenzirung ganz unabhängig, ja sogar dieser gewissermaßen entgegengesetzt er-

scheint, ist das Gesetz der Centralisation. Im Allgemeinen ist der ganze Organismus um so vollkommener, je einheitlicher er organisirt ist, je mehr die Theile dem Ganzen untergeordnet, je mehr die Funktionen und ihre Organe centralisirt sind. So ist z. B. das Blutgefäßsystem da am vollkommensten, wo ein centralisirtes Herz existirt. Ebenso ist die zusammengedrängte Markmasse, welche das Rückenmark der Wirbelthiere und das Bauchmark der höheren Gliederthiere bildet, vollkommener, als die decentralisirte Ganglienkette der niederen Gliederthiere und das zerstreute Gangliensystem der Weichthiere. Bei der Schwierigkeit, welche die Erläuterung dieser verwickelten Fortschrittsgesetze im Einzelnen hat, kann ich hier nicht näher darauf eingehen, und muß Sie bezüglich derselben auf Bronn's treffliche „Morphologische Studien“ [18]) und auf meine generelle Morphologie verweisen (Gen. Morph. I, 370, 550; II, 257—266).

Während Sie hier Fortschrittserscheinungen kennen lernten, die ganz unabhängig von der Divergenz sind, so begegnen Sie andrerseits sehr häufig Differenzirungen, welche keine Vervollkommnungen, sondern vielmehr das Gegentheil, Rückschritte sind. Es ist leicht einzusehen, daß die Umbildungen, welche jede Thier- und Pflanzenart erleidet, nicht immer Verbesserungen sein können. Vielmehr sind viele Differenzirungserscheinungen, welche von unmittelbarem Vortheil für den Organismus sind, insofern schädlich, als sie die allgemeine Leistungsfähigkeit desselben beeinträchtigen. Häufig findet ein Rückschritt zu einfacheren Lebensbedingungen und durch Anpassung an dieselben eine Differenzirung in rückschreitender Richtung statt. Wenn z. B. Organismen, die bisher frei lebten, sich an das parasitische Leben gewöhnen, so bilden sie sich dadurch zurück. Solche Thiere, die bisher ein wohlentwickeltes Nervensystem und scharfe Sinnesorgane, sowie freie Bewegung besaßen, verlieren dieselben, wenn sie sich an parasitische Lebensweise gewöhnen; sie bilden sich dadurch mehr oder minder zurück. Hier ist, für sich betrachtet, die Differenzirung ein Rückschritt, obwohl sie für den parasitischen Organismus selbst von Vortheil ist. Im Kampf um's Dasein würde ein solches Thier, das sich

gewöhnt hat, auf Koſten Anderer zu leben, durch Beibehaltung ſeiner Augen und Bewegungswerkzeuge, die ihm nichts mehr nützen, nur an Material verlieren; und wenn es dieſe Organe einbüßt, ſo kommt dafür eine Maſſe von Ernährungsmaterial, das zur Erhaltung dieſer Theile verwandt wurde, anderen Theilen zu Gute. Im Kampf um's Daſein zwiſchen den verſchiedenen Paraſiten werden daher diejenigen, welche am wenigſten Anſprüche machen, im Vortheil vor den anderen ſein, und dies begünſtigt ihre Rückbildung.

Ebenſo wie in dieſem Falle mit den ganzen Organismen, ſo verhält es ſich auch mit den Körpertheilen des einzelnen Organismus. Auch eine Differenzirung dieſer Theile, welche zu einer theilweiſen Rückbildung, und ſchließlich ſelbſt zum Verluſt einzelner Organe führt, iſt an ſich betrachtet ein Rückſchritt, kann aber für den Organismus im Kampf um's Daſein von Vortheil ſein. Man kämpft leichter und beſſer, wenn man unnützes Gepäck fortwirft. Daher begegnen wir überall im entwickelteren Thier- und Pflanzenkörper Divergenzprozeſſen, welche weſentlich die Rückbildung und ſchließlich den Verluſt einzelner Theile bewirken. Hier tritt uns nun vor Allen die höchſt wichtige und lehrreiche Erſcheinungsreihe der rudimentären oder verkümmerten Organe entgegen.

Sie erinnern ſich, daß ich ſchon im erſten Vortrage dieſe außerordentlich merkwürdige Erſcheinungsreihe als eine der wichtigſten in theoretiſcher Beziehung hervorgehoben habe, als einen der ſchlagendſten Beweisgründe für die Wahrheit der Abſtammungslehre. Wir bezeichneten als rudimentäre Organe ſolche Theile des Körpers, die für einen beſtimmten Zweck eingerichtet und dennoch ohne Funktion ſind. Ich erinnere Sie an die Augen derjenigen Thiere, welche in Höhlen oder unter der Erde im Dunkeln leben, und daher niemals ihre Augen gebrauchen können. Bei dieſen Thieren finden wir unter der Haut verſteckt wirkliche Augen, oft gerade ſo gebildet wie die Augen der wirklich ſehenden Thiere; und dennoch funktioniren dieſe Augen niemals, und können nicht funktioniren, ſchon einfach aus dem Grunde, weil dieſelben von dem undurchſichtigen Felle überzogen ſind und da-

her kein Lichtstahl in sie hineinfällt (vergl. oben S. 13). Bei den Vorfahren dieser Thiere, welche frei am Tageslichte lebten, waren die Augen wohl entwickelt, von der durchsichtigen Hornhaut überzogen und dienten wirklich zum Sehen. Aber als sie sich nach und nach an unterirdische Lebensweise gewöhnten, sich dem Tageslicht entzogen und ihre Augen nicht mehr brauchten, wurden dieselben rückgebildet.

Sehr anschauliche Beispiele von rudimentären Organen sind ferner die Flügel von Thieren, welche nicht fliegen können, z. B. unter den Vögeln die Flügel der straußartigen Laufvögel, (Strauß, Casuar u. s. w.), bei welchen sich die Beine außerordentlich entwickelt haben. Diese Vögel haben sich das Fliegen abgewöhnt und haben dadurch den Gebrauch der Flügel verloren; allein die Flügel sind noch da, obwohl in verkümmerter Form. Sehr häufig finden Sie solche verkümmerte Flügel in der Klasse der Insekten, von denen die meisten fliegen können. Aus vergleichend anatomischen und anderen Gründen können wir mit Sicherheit den Schluß ziehen, daß alle jetzt lebenden Insekten (alle Netzflügler, Heuschrecken, Käfer, Bienen, Wanzen, Fliegen, Schmetterlinge u. s. w.) von einer einzigen gemeinsamen Elternform, einem Stamminsekt abstammen, welches zwei entwickelte Flügelpaare und drei Beinpaare besaß. Nun giebt es aber sehr zahlreiche Insekten, bei denen entweder eines oder beide Flügelpaare mehr oder minder rückgebildet, und viele, bei denen sie sogar völlig verschwunden sind. In der ganzen Ordnung der Fliegen oder Dipteren z. B. ist das hintere Flügelpaar, bei den Drehflüglern oder Strepsipteren dagegen das vordere Flügelpaar verkümmert oder ganz verschwunden. Außerdem finden Sie in jeder Insektenordnung einzelne Gattungen oder Arten, bei denen die Flügel mehr oder minder rückgebildet oder verschwunden sind. Insbesondere ist letzteres bei Parasiten der Fall. Oft sind die Weibchen flügellos, während die Männchen geflügelt sind, z. B. bei den Leuchtkäfern oder Johanniskäfern (Lampyris), bei den Strepsipteren u. s. w. Offenbar ist diese theilweise oder gänzliche Rückbildung der Insektenflügel durch natürliche Züchtung im Kampf um's Dasein entstan-

den. Denn wir finden die Insekten vorzugsweise dort ohne Flügel, wo das Fliegen ihnen nutzlos oder sogar entschieden schädlich sein würde. Wenn z. B. Insekten, welche Inseln bewohnen, viel und gut fliegen, so kann es leicht vorkommen, daß sie beim Fliegen durch den Wind in das Meer geweht werden, und wenn (wie es immer der Fall ist) das Flugvermögen individuell verschieden entwickelt ist, so haben die schlechtfliegenden Individuen einen Vorzug vor den gutfliegenden; sie werden weniger leicht in das Meer geweht, und bleiben länger am Leben als die gutfliegenden Individuen derselben Art. Im Verlaufe vieler Generationen muß durch die Wirksamkeit der natürlichen Züchtung dieser Umstand nothwendig zu einer vollständigen Verkümmerung der Flügel führen. Wenn man sich diesen Schluß rein theoretisch entwickelt hätte, so könnte man nur befriedigt sein, thatsächlich denselben bewahrheitet zu finden. In der That ist auf isolirt gelegenen Inseln das Verhältniß der flügellosen Insekten zu den mit Flügeln versehenen ganz auffallend groß, viel größer als bei den Insekten des Festlandes. So sind z. B. nach Wollaston von den 550 Käferarten, welche die Insel Madeira bewohnen, 200 flügellos oder mit so unvollkommenen Flügeln versehen, daß sie nicht mehr fliegen können; und von 29 Gattungen, welche jener Insel ausschließlich eigenthümlich sind, enthalten nicht weniger als 23 nur solche Arten. Offenbar ist dieser merkwürdige Umstand nicht durch die besondere Weisheit des Schöpfers zu erklären, sondern durch die natürliche Züchtung, indem hier der erbliche Nichtgebrauch der Flügel, die Abgewöhnung des Fliegens im Kampfe mit den gefährlichen Winden, den trägeren Käfern einen großen Vortheil im Kampf um's Dasein gewährte. Bei anderen flügellosen Insekten war der Flügelmangel aus anderen Gründen vortheilhaft. An sich betrachtet ist der Verlust der Flügel ein Rückschritt; aber für den Organismus unter diesen besonderen Lebensverhältnissen ist er ein Vortheil im Kampf um's Dasein.

Von anderen rudimentären Organen will ich hier noch beispielsweise die Lungen der Schlangen und der schlangenartigen Eidechsen erwähnen. Alle Wirbelthiere, welche Lungen besitzen, Amphibien,

Reptilien, Vögel und Säugethiere, haben ein Paar Lungen, eine rechte und eine linke. Wenn aber der Körper ſich außerordentlich verdünnt und in die Länge ſtreckt, wie bei den Schlangen und ſchlangenartigen Eidechſen, ſo hat die eine Lunge neben der andern nicht mehr Platz, und es iſt für den Mechanismus der Athmung ein offenbarer Vortheil, wenn nur eine Lunge entwickelt iſt. Eine einzige große Lunge leiſtet hier mehr, als zwei kleine neben einander, und daher finden wir bei dieſen Thieren faſt durchgängig die rechte oder die linke Lunge allein ausgebildet. Die andere iſt ganz verkümmert, obwohl als unnützes Rudiment vorhanden. Ebenſo iſt bei allen Vögeln der rechte Eierſtock verkümmert und ohne Funktion; der linke Eierſtock allein iſt entwickelt und liefert alle Eier.

Daß auch der Menſch ſolche ganz unnütze und überflüſſige rudimentäre Organe beſitzt, habe ich bereits im erſten Vortrage erwähnt, und damals die Muskeln, welche die Ohren bewegen, als ſolche angeführt. Außerdem gehört hierher das Rudiment des Schwanzes, welches der Menſch in ſeinen 3—5 Schwanzwirbeln beſitzt, und welches beim menſchlichen Embryo während der beiden erſten Monate der Entwickelung noch frei hervorſteht. (Vgl. Taf. II und III.) Späterhin verbirgt es ſich vollſtändig im Fleiſche. Dieſes verkümmerte Schwänzchen des Menſchen iſt ein unwiderleglicher Zeuge für die unleugbare Thatſache, daß er von geſchwänzten Voreltern abſtammt. Beim Weibe iſt das Schwänzchen gewöhnlich um einen Wirbel länger, als beim Manne. Auch rudimentäre Muskeln ſind am Schwanze des Menſchen noch vorhanden, welche denſelben vormals bewegten.

Ein anderes rudimentäres Organ des Menſchen, welches aber bloß dem Manne zukommt, und welches ebenſo bei ſämmtlichen männlichen Säugethieren ſich findet, ſind die Milchdrüſen an der Bruſt, welche in der Regel bloß beim weiblichen Geſchlechte in Thätigkeit treten. Indeſſen kennt man von verſchiedenen Säugethieren, namentlich vom Menſchen, vom Schafe und von der Ziege, einzelne Fälle, in denen die Milchdrüſen auch beim männlichen Geſchlechte wohl entwickelt waren und Milch zur Ernährung des Jungen lieferten. Daß

auch die rudimentären Ohrenmuskeln des Menschen von einzelnen Personen in Folge andauernder Uebung noch zur Bewegung der Ohren verwendet werden können, wurde bereits früher erwähnt (S. 12). Ueberhaupt sind die rudimentären Organe bei verschiedenen Individuen derselben Art oft sehr verschieden entwickelt, bei den einen ziemlich groß, bei den anderen sehr klein. Dieser Umstand ist für ihre Erklärung sehr wichtig, ebenso wie der andere Umstand, daß sie allgemein bei den Embryonen, oder überhaupt in sehr früher Lebenszeit, viel größer und stärker im Verhältniß zum übrigen Körper sind, als bei den ausgebildeten und erwachsenen Organismen. Insbesondere ist dies leicht nachzuweisen an den rudimentären Geschlechtsorganen der Pflanzen (Staubfäden und Griffeln), welche ich früher bereits angeführt habe. Diese sind verhältnißmäßig viel größer in der jungen Blüthenknospe als in der entwickelten Blüthe.

Schon damals (S. 14) bemerkte ich, daß die rudimentären oder verkümmerten Organe zu den stärksten Stützen der monistischen oder mechanistischen Weltanschauung gehören. Wenn die Gegner derselben, die Dualisten und Teleologen, das ungeheure Gewicht dieser Thatsachen begriffen, müßten sie dadurch zur Verzweiflung gebracht werden. Die lächerlichen Erklärungsversuche derselben, daß die rudimentären Organe vom Schöpfer „der Symmetrie halber" oder „zur formalen Ausstattung" oder „aus Rücksicht auf seinen allgemeinen Schöpfungsplan" den Organismen verliehen seien, beweisen zur Genüge die völlige Ohnmacht jener verkehrten Weltanschauung. Ich muß hier wiederholen, daß, wenn wir auch gar Nichts von den übrigen Entwickelungserscheinungen wüßten, wir ganz allein schon auf Grund der rudimentären Organe die Descendenztheorie für wahr halten müßten. Kein Gegner derselben hat vermocht, auch nur einen schwachen Schimmer von einer annehmbaren Erklärung auf diese äußerst merkwürdigen und bedeutenden Erscheinungen fallen zu lassen. Es giebt beinahe keine irgend höher entwickelte Thier- oder Pflanzenform, die nicht irgend welche rudimentäre Organe hätte, und fast immer läßt sich nachweisen, daß dieselben Produkte der natürlichen Züchtung

sind, daß sie durch Nichtgebrauch oder durch Abgewöhnung verkümmert sind. Es ist der umgekehrte Bildungsprozeß, wie wenn neue Organe durch Angewöhnung an besondere Lebensbedingungen und durch Gebrauch eines noch unentwickelten Theiles entstehen. Zwar wird gewöhnlich von unsern Gegnern behauptet, daß die Entstehung ganz neuer Theile ganz und gar nicht durch die Descendenztheorie zu erklären sei. Indessen kann ich Ihnen versichern, daß diese Erklärung für denjenigen, der vergleichend-anatomische und physiologische Kenntnisse besitzt, nicht die mindeste Schwierigkeit hat. Jeder, der mit der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte vertraut ist, findet in der Entstehung ganz neuer Organe ebenso wenig Schwierigkeit, als hier auf der anderen Seite in dem völligen Schwunde der rudimentären Organe. Das Vergehen der letzteren ist an sich betrachtet das Gegentheil vom Entstehen der ersteren. Beide Prozesse sind Differenzirungserscheinungen, die wir gleich allen übrigen ganz einfach und mechanisch aus der Wirksamkeit der natürlichen Züchtung im Kampf um das Dasein erklären können.

Die unendlich wichtige Betrachtung der rudimentären Organe und ihrer Entstehung, die Vergleichung ihrer paläontologischen und ihrer embryologischen Entwickelung führt uns jetzt naturgemäß zur Erwägung einer der wichtigsten und größten biologischen Erscheinungsreihen, nämlich des Parallelismus, welchen uns die Fortschritts- und Divergenzerscheinungen in dreifach verschiedener Beziehung darbieten. Als wir im Vorhergehenden von Vervollkommnung und Arbeitstheilung sprachen, verstanden wir darunter diejenigen Fortschritts- und Sonderungsbewegungen, und diejenigen dadurch bewirkten Umbildungen, welche in dem langen und langsamen Verlaufe der Erdgeschichte zu einer beständigen Veränderung der Flora und Fauna, zu einem Entstehen neuer und Vergehen alter Thier- und Pflanzenarten geführt haben. Ganz denselben Erscheinungen des Fortschritts und der Differenzirung begegnen wir nun aber auch, und zwar in derselben Reihenfolge, wenn wir die Entstehung, die Entwickelung und den Lebenslauf jedes einzelnen organischen Individuums verfolgen. Die

individuelle Entwickelung oder die Ontogenesis jedes einzelnen Organismus vom Ei an aufwärts bis zur vollendeten Form, besteht in nichts anderem, als im Wachsthum und in einer Reihe von Differenzirungs- und Fortschrittsbewegungen. Dies gilt in gleicher Weise von den Thieren, wie von den Pflanzen und Protisten. Wenn Sie z. B. die Ontogenie irgend eines Säugethiers, des Menschen, des Affen oder des Beutelthiers betrachten, oder die individuelle Entwickelung irgend eines anderen Wirbelthiers aus einer anderen Klasse verfolgen, so finden Sie überall wesentlich dieselben Erscheinungen. Jedes dieser Thiere entwickelt sich ursprünglich aus einer einfachen Zelle, dem Ei. Die Zelle vermehrt sich durch Theilung, bildet einen Zellenhaufen, und durch Wachsthum dieses Zellenhaufens, durch ungleichartige Ausbildung der ursprünglich gleichartigen Zellen, durch Arbeitstheilung und Vervollkommnung derselben, entsteht der vollkommene Organismus, dessen verwickelte Zusammensetzung wir bewundern.

Hier scheint es mir nun unerläßlich, Ihre Aufmerksamkeit etwas eingehender auf jene unendlich wichtigen und interessanten Vorgänge hinzulenken, welche die Ontogenesis oder die individuelle Entwickelung der Organismen, und ganz vorzüglich diejenige der Wirbelthiere mit Einschluß des Menschen begleiten. Ich möchte diese außerordentlich merkwürdigen und lehrreichen Erscheinungen ganz besonders Ihrem eingehendsten Nachdenken empfehlen, einerseits, weil dieselben zu den stärksten Stützen der Descendenztheorie gehören, andererseits, weil sie bisher nur von Wenigen entsprechend ihrer unermeßlichen allgemeinen Bedeutung gewürdigt worden sind.

Man muß in der That erstaunen, wenn man die tiefe Unkenntniß erwägt, welche noch gegenwärtig in den weitesten Kreisen über die Thatsachen der individuellen Entwickelung des Menschen und der Organismen überhaupt herrscht. Diese Thatsachen, deren allgemeine Bedeutung man nicht hoch genug anschlagen kann, wurden in ihren wichtigsten Grundzügen schon vor mehr als einem Jahrhundert, im Jahre 1759, von dem großen deutschen Naturforscher Caspar Friedrich Wolff in seiner klassischen „Theoria generationis“ fest-

gestellt. Aber gleichwie Lamarck's 1809 begründete Descendenztheorie ein halbes Jahrhundert hindurch schlummerte und erst 1859 durch Darwin zu neuem unsterblichem Leben erweckt wurde, so blieb auch Wolff's Theorie der Epigenesis fast ein halbes Jahrhundert hindurch unbekannt, und erst nachdem Oken 1806 seine Entwickelungsgeschichte des Darmkanals veröffentlicht und Meckel 1812 Wolff's Arbeit über denselben Gegenstand in's Deutsche übersetzt hatte, wurde Wolff's Theorie allgemeiner bekannt und bildete seitdem die Grundlage aller folgenden Untersuchungen über individuelle Entwickelungsgeschichte. Das Studium der Ontogenesis nahm nun einen mächtigen Aufschwung, und bald erschienen die klassischen Untersuchungen der beiden Freunde Christian Pander (1817) und Carl Ernst Bär (1819). Insbesondere wurde durch Bär's epochemachende „Entwickelungsgeschichte der Thiere“ [20]) die Ontogenie der Wirbelthiere in allen ihren bedeutendsten Thatsachen durch so vortreffliche Beobachtungen festgestellt, und durch so vorzügliche philosophische Reflexionen erläutert, daß sie für das Verständniß dieser wichtigsten Thiergruppe, zu welcher ja auch der Mensch gehört, die unentbehrliche Grundlage wurde. Jene Thatsachen würden für sich allein schon ausreichen, die Frage von der Stellung des Menschen in der Natur und somit das höchste aller Probleme zu lösen. Betrachten Sie aufmerksam und vergleichend die acht Figuren, welche auf den nachstehenden Tafeln II und III abgebildet sind, und Sie werden erkennen, daß man die philosophische Bedeutung der Embryologie nicht hoch genug anschlagen kann. (Siehe S. 272, 273.)

Nun darf man wohl fragen: Was wissen unsere sogenannten „gebildeten“ Kreise, die auf die hohe Kultur des neunzehnten Jahrhunderts sich so Viel einbilden, von diesen wichtigsten biologischen Thatsachen, von diesen unentbehrlichen Grundlagen für das Verständniß ihres eigenen Organismus? Was wissen unsere spekulativen Philosophen und Theologen davon, welche durch reine Spekulationen oder durch göttliche Inspirationen das Verständniß des menschlichen Organismus gewinnen zu können meinen? Ja, was wissen selbst die

meisten Naturforscher davon, die Mehrzahl der sogenannten „Zoologen" (mit Einschluß der Entomologen!) nicht ausgenommen?

Die Antwort auf diese Frage fällt sehr beschämend aus, und wir müssen wohl oder übel eingestehen, daß jene unschätzbaren Thatsachen der menschlichen Ontogenie noch heute den Meisten entweder ganz unbekannt sind, oder doch keineswegs in gebührender Weise gewürdigt werden. Hierbei werden wir deutlich gewahr, auf welchem schiefen und einseitigen Wege sich die vielgerühmte Bildung des neunzehnten Jahrhunderts noch gegenwärtig befindet. Unwissenheit und Aberglauben sind die Grundlagen, auf denen sich die meisten Menschen das Verständniß ihres eigenen Organismus und seiner Beziehungen zur Gesammtheit der Dinge aufbauen, und jene handgreiflichen Thatsachen der Entwickelungsgeschichte, welche das Licht der Wahrheit darüber verbreiten könnten, werden ignorirt. Allerdings sind diese Thatsachen nicht geeignet, Wohlgefallen bei denjenigen zu erregen, welche einen durchgreifenden Unterschied zwischen dem Menschen und der übrigen Natur annehmen und namentlich den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts nicht zugeben wollen. Insbesondere müssen bei denjenigen Völkern, bei denen in Folge von falscher Auffassung der Erblichkeitsgesetze eine erbliche Kasteneintheilung existirt, die Mitglieder der herrschenden privilegirten Kasten dadurch sehr unangenehm berührt werden. Bekanntlich geht heute noch in vielen Kulturländern die erbliche Abstufung der Stände so weit, daß z. B. der Adel ganz anderer Natur, als der Bürgerstand zu sein glaubt, und daß Edelleute, welche ein entehrendes Verbrechen begehen, zur Strafe dafür aus der Adelskaste ausgestoßen und in die Pariakaste des „gemeinen" Bürgerstandes hinabgeschleudert werden. Was sollen diese Edelleute noch von dem Vollblut, das in ihren privilegirten Adern rollt, denken, wenn sie erfahren, daß alle menschlichen Embryonen, adelige ebenso wie bürgerliche, während der ersten beiden Monate der Entwickelung von den geschwänzten Embryonen des Hundes und anderer Säugethiere kaum zu unterscheiden sind?

Da die Absicht dieser Vorträge lediglich ist, die allgemeine Erkennt-

niß der natürlichen Wahrheiten zu fördern, und eine naturgemäße Anschauung von den Beziehungen des Menschen zur übrigen Natur in weiteren Kreisen zu verbreiten, so werden Sie es hier gewiß gerechtfertigt finden, wenn ich jene weit verbreiteten Vorurtheile von einer privilegirten Ausnahmestellung des Menschen in der Schöpfung nicht berücksichtige, und Ihnen einfach die embryologischen Thatsachen vorführe, aus denen Sie selbst sich die Schlüsse von der Grundlosigkeit jener Vorurtheile bilden können. Ich möchte Sie um so mehr bitten, über diese Thatsachen der Ontogenie eingehend nachzudenken, als es meine feste Ueberzeugung ist, daß die allgemeine Kenntniß derselben nur die intellektuelle Veredelung und somit die geistige Vervollkommnung des Menschengeschlechts fördern kann.

Aus dem unendlich reichen und interessanten Erfahrungsmaterial, welches in der Ontogenie oder individuellen Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere vorliegt, beschränke ich mich hier darauf, Ihnen einige von denjenigen Thatsachen vorzuführen, welche sowohl für die Descendenztheorie im Allgemeinen, als für deren besondere Anwendung auf den Menschen von der höchsten Bedeutung sind. Der Mensch ist im Beginn seiner individuellen Existenz ein einfaches Ei, eine einzige kleine Zelle, so gut wie jeder andere thierische Organismus, welcher auf dem Wege der geschlechtlichen Zeugung entsteht. Das menschliche Ei ist wesentlich demjenigen aller anderen Säugethiere gleich, und namentlich von dem Ei der höheren Säugethiere absolut nicht zu unterscheiden. Das in Fig. 5 abgebildete Ei könnte ebenso gut vom Menschen oder vom Affen, als vom Hunde, vom Pferde oder irgend einem anderen höheren Säugethiere herrühren. Nicht allein die Form und Struktur, sondern auch die Größe des Eies ist bei den meisten Säugethieren dieselbe wie beim Menschen, nämlich ungefähr $\frac{1}{10}'''$ Durchmesser, der 120ste Theil eines Zolles, so daß man das Ei unter günstigen Umständen mit bloßem Auge eben als ein feines Pünktchen wahrnehmen kann. Die Unterschiede, welche zwischen den Eiern der verschiedenen Säugethiere und Menschen wirklich vorhanden sind, bestehen nicht in der Formbildung, sondern in der chemi-

ſchen Miſchung, in der molekularen Zuſammenſetzung der eiweißartigen Kohlenſtoffverbindung, aus welcher das Ei weſentlich beſteht. Dieſe feinen individuellen Unterſchiede aller Eier, welche auf der indirekten oder potentiellen Anpaſſung (und zwar ſpeciell auf dem Geſetze der individuellen Anpaſſung) beruhen, ſind zwar für die außerordentlich groben Erkenntnißmittel des Menſchen nicht direkt ſinnlich wahrnehmbar, aber durch wohlbegründete indirekte Schlüſſe als die erſten Urſachen des Unterſchiedes aller Individuen erkennbar.

Fig. 5.

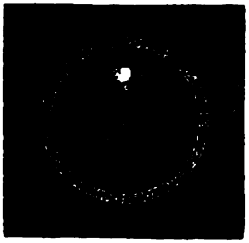


Fig. 5. Das Ei des Menſchen, hundertmal vergrößert. *a* Kernkörperchen oder Nucleolus (ſogenannter Keimfleck des Eies); *b* Kern oder Nucleus (ſogenanntes Keimbläschen des Eies); *c* Zellſtoff oder Protoplasma (ſogenannter Dotter des Eies); *d* Zellhaut oder Membrana (Dotterhaut des Eies, beim Säugethier wegen ihrer Durchſichtigkeit Zona pellucida genannt). Die Eier der anderen Säugethiere haben ganz dieſelbe Form.

Das Ei des Menſchen iſt, wie das aller anderen Säugethiere, ein kugeliges Bläschen, welches alle weſentlichen Beſtandtheile einer einfachen organiſchen Zelle enthält (Fig. 5). Der weſentlichſte Theil deſſelben iſt der ſchleimartige Zellſtoff oder das Protoplasma (c), welches beim Ei „Dotter" genannt wird, und der davon umſchloſſene Zellenkern oder Nucleus (b), welcher hier den beſonderen Namen des „Keimbläschens" führt. Der letztere iſt ein zartes, glashelles Eiweißkügelchen von ungefähr $\frac{1}{50}$''' Durchmeſſer, und umſchließt noch ein viel kleineres, ſcharf abgegrenztes rundes Körnchen (a), das Kernkörperchen oder den Nucleolus der Zelle (beim Ei „Keimfleck" genannt). Nach außen iſt die kugelige Eizelle des Säugethiers durch eine dicke, glasartige Haut, die Zellenmembran oder Dotterhaut, abgeſchloſſen, welche hier den beſonderen Namen der Zona pellucida führt (d). Die Eier vieler niederen Thiere (z. B. vieler Meduſen) ſind dagegen nackte Zellen, ohne jede äußere Hülle.

Sobald das Ei (Ovulum) des Säugethiers ſeinen vollen Reifegrad erlangt hat, tritt daſſelbe aus dem Eierſtock des Weibes, in dem

es entstand, heraus, und gelangt in den Eileiter und durch diese enge Röhre in den weiteren Keimbehälter oder Fruchtbehälter (Uterus). Wird inzwischen das Ei durch den entgegenkommenden männlichen Samen (Sperma) befruchtet, so entwickelt es sich in diesem Behälter weiter zum Keim (Embryon), und verläßt denselben nicht eher, als bis der Keim vollkommen ausgebildet und fähig ist, als junges Säugethier durch den Geburtsakt in die Welt zu treten.

Die Formveränderungen und Umbildungen, welche das befruchtete Ei innerhalb des Keimbehälters durchlaufen muß, ehe es die Gestalt des jungen Säugethieres annimmt, sind äußerst merkwürdig, und verlaufen vom Anfang an beim Menschen ganz ebenso wie bei den übrigen Säugethieren. Zunächst benimmt sich das befruchtete Säugethierei gerade so, wie ein einzelliger Organismus, welcher sich auf seine Hand selbstständig fortpflanzen und vermehren will z. B. eine Amoebe (vergl. Fig. 2, S. 169). Die einfache Eizelle zerfällt nämlich durch den Prozeß der Zellentheilung, welchen ich Ihnen bereits früher beschrieben habe, in zwei Zellen. Zunächst entstehen aus dem Keimfleck (dem Kernkörperchen der ursprünglichen einfachen Eizelle) zwei neue Kernkörperchen und ebenso dann aus dem Keimbläschen (dem Nucleus) zwei neue Zellenkerne. Nun erst schnürt sich das kugelige Protoplasma durch eine Aequatorialfurche dergestalt in zwei Hälften ab, daß jede Hälfte einen der beiden Kerne nebst Kernkörperchen umschließt. So sind aus der einfachen Eizelle innerhalb der ursprünglichen Zellenmembran zwei nackte Zellen geworden, jede mit ihrem Kern versehen (Fig. 6). (Vergl. auch Taf. XVI, Fig. 1, 2.)

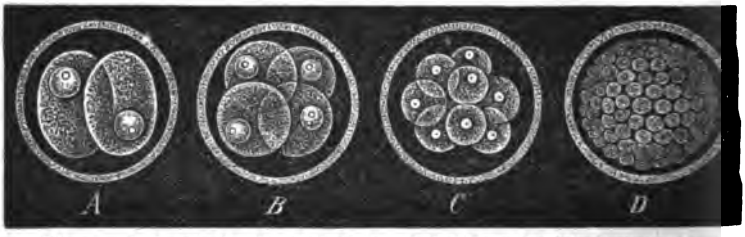



Fig. 6. Erster Beginn der Entwickelung des Säugethiereies, sogenannte „Eifurchung" (Fortpflanzung der Eizelle durch wiederholte Selbsttheilung). *A* Das

Ei zerfällt durch Bildung der ersten Furche in zwei Zellen. *B.* Diese zerfallen durch Halbirung in vier Zellen. *C.* Diese letzteren sind in acht Zellen zerfallen. *D.* Durch fortgesetzte Theilung ist ein kugeliger Haufen von zahlreichen Zellen entstanden, die Brombeerform oder der Maulbeerdotter (Morula).

Derselbe Vorgang der Zellentheilung wiederholt sich nun mehrmals hinter einander. In der gleichen Weise entstehen aus zwei Zellen (Fig. 6 A) vier (Fig. 6 B); aus vier werden acht (Fig. 6 C), aus acht sechszehn, aus diesen zweiunddreißig u. s. w. Jedesmal geht die Theilung des Kernkörperchens derjenigen des Kernes, und diese wiederum derjenigen des Zellstoffs oder Protoplasma vorher. Weil die Theilung des letzteren immer mit der Bildung einer oberflächlichen ringförmigen Furche beginnt, nennt man den ganzen Vorgang gewöhnlich die Furchung des Eies, und die Produkte desselben, die kleinen, durch fortgesetzte Zweitheilung entstehenden Zellen die Furchungskugeln. Indessen ist der ganze Vorgang weiter Nichts als eine einfache, oft wiederholte Zellentheilung, und die Produkte desselben sind echte, nackte Zellen. Schließlich entsteht aus der fortgesetzten Theilung oder „Furchung" des Säugethiereies eine maulbeerförmige oder brombeerförmige Kugel (Morula), welche aus sehr zahlreichen kleinen Kugeln, nackten kernhaltigen Zellen zusammengesetzt ist (Fig. 6 D). Diese Zellen sind die Bausteine, aus denen sich der Leib des jungen Säugethiers aufbaut. Jeder von uns war einmal eine solche einfache, brombeerförmige, aus lauter kleinen gleichen Zellen zusammengesetzte Kugel, eine Morula. (Vergl. Taf. XVI, Fig. 3.)

Die weitere Entwickelung des kugeligen Zellenhaufens, welcher den jungen Säugethierkörper jetzt präsentirt, besteht zunächst darin, daß derselbe sich in eine kugelige Blase verwandelt, indem im Inneren sich Flüssigkeit ansammelt. Diese Blase nennt man Keimblase (Vesicula blastodermica). Die Wand derselben ist anfangs aus lauter gleichartigen Zellen zusammengesetzt. Bald aber entsteht an einer Stelle der Wand eine scheibenförmige Verdickung, indem sich hier die Zellen rasch vermehren; und diese Verdickung ist nun die Anlage für den eigentlichen Leib des Keimes oder Embryo, während der übrige Theil der Keimblase bloß zur Ernährung des Embryo ver-

es entstand, heraus, und gelangt in den Eileiter und durch diese enge Röhre in den weiteren Keimbehälter oder Fruchtbehälter (Uterus). Wird inzwischen das Ei durch den entgegenkommenden männlichen Samen (Sperma) befruchtet, so entwickelt es sich in diesem Behälter weiter zum Keim (Embryon), und verläßt denselben nicht eher, als bis der Keim vollkommen ausgebildet und fähig ist, als junges Säugethier durch den Geburtsakt in die Welt zu treten.

Die Formveränderungen und Umbildungen, welche das befruchtete Ei innerhalb des Keimbehälters durchlaufen muß, ehe es die Gestalt des jungen Säugethieres annimmt, sind äußerst merkwürdig, und verlaufen vom Anfang an beim Menschen ganz ebenso wie bei den übrigen Säugethieren. Zunächst benimmt sich das befruchtete Säugethierei gerade so, wie ein einzelliger Organismus, welcher sich auf seine Hand selbstständig fortpflanzen und vermehren will z. B. eine Amoebe (vergl. Fig. 2, S. 169). Die einfache Eizelle zerfällt nämlich durch den Prozeß der Zellentheilung, welchen ich Ihnen bereits früher beschrieben habe, in zwei Zellen. Zunächst entstehen aus dem Keimfleck (dem Kernkörperchen der ursprünglichen einfachen Eizelle) zwei neue Kernkörperchen und ebenso dann aus dem Keimbläschen (dem Nucleus) zwei neue Zellenkerne. Nun erst schnürt sich das kugelige Protoplasma durch eine Aequatorialfurche dergestalt in zwei Hälften ab, daß jede Hälfte einen der beiden Kerne nebst Kernkörperchen umschließt. So sind aus der einfachen Eizelle innerhalb der ursprünglichen Zellenmembran zwei nackte Zellen geworden, jede mit ihrem Kern versehen (Fig. 6). (Vergl. auch Taf. XVI, Fig. 1, 2.)

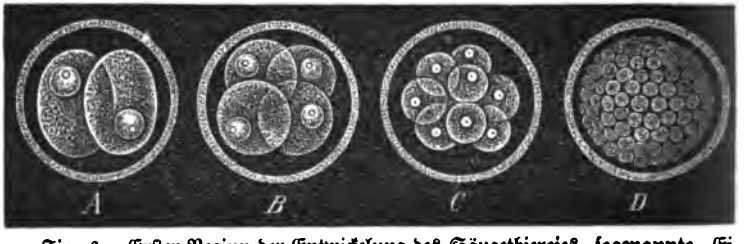



Fig. 6. Erster Beginn der Entwickelung des Säugethiereies, sogenannte „Eifurchung" (Fortpflanzung der Eizelle durch wiederholte Selbsttheilung). *A.* Das

Ei zerfällt durch Bildung der ersten Furche in zwei Zellen. *B.* Diese zerfallen durch Halbirung in vier Zellen. *C.* Diese letzteren sind in acht Zellen zerfallen. *D.* Durch fortgesetzte Theilung ist ein kugeliger Haufen von zahlreichen Zellen entstanden, die Brombeerform oder der Maulbeerdotter (Morula).

Derselbe Vorgang der Zellentheilung wiederholt sich nun mehrmals hinter einander. In der gleichen Weise entstehen aus zwei Zellen (Fig. 6 A) vier (Fig. 6 B); aus vier werden acht (Fig. 6 C), aus acht sechszehn, aus diesen zweiunddreißig u. s. w. Jedesmal geht die Theilung des Kernkörperchens derjenigen des Kernes, und diese wiederum derjenigen des Zellstoffs oder Protoplasma vorher. Weil die Theilung des letzteren immer mit der Bildung einer oberflächlichen ringförmigen Furche beginnt, nennt man den ganzen Vorgang gewöhnlich die Furchung des Eies, und die Produkte desselben, die kleinen, durch fortgesetzte Zweitheilung entstehenden Zellen die Furchungskugeln. Indessen ist der ganze Vorgang weiter Nichts als eine einfache, oft wiederholte Zellentheilung, und die Produkte desselben sind echte, nackte Zellen. Schließlich entsteht aus der fortgesetzten Theilung oder „Furchung" des Säugethiereies eine maulbeerförmige oder brombeerförmige Kugel (Morula), welche aus sehr zahlreichen kleinen Kugeln, nackten kernhaltigen Zellen zusammengesetzt ist (Fig. 6 D). Diese Zellen sind die Bausteine, aus denen sich der Leib des jungen Säugethiers aufbaut. Jeder von uns war einmal eine solche einfache, brombeerförmige, aus lauter kleinen gleichen Zellen zusammengesetzte Kugel, eine Morula. (Vergl. Taf. XVI, Fig. 3.)

Die weitere Entwickelung des kugeligen Zellenhaufens, welcher den jungen Säugethierkörper jetzt präsentirt, besteht zunächst darin, daß derselbe sich in eine kugelige Blase verwandelt, indem im Inneren sich Flüssigkeit ansammelt. Diese Blase nennt man Keimblase (Vesicula blastodermica). Die Wand derselben ist anfangs aus lauter gleichartigen Zellen zusammengesetzt. Bald aber entsteht an einer Stelle der Wand eine scheibenförmige Verdickung, indem sich hier die Zellen rasch vermehren; und diese Verdickung ist nun die Anlage für den eigentlichen Leib des Keimes oder Embryo, während der übrige Theil der Keimblase bloß zur Ernährung des Embryo ver-

wendet wird. Die verdickte Scheibe der Embryonalanlage nimmt bald eine länglich runde und dann, indem rechter und linker Seitenrand ausgeschweift werden, eine sohlenförmige oder bisquitförmige Gestalt an (Fig. 7, Seite 271). In diesem Stadium der Entwickelung, in der ersten Anlage des Keims oder Embryo, sind nicht allein alle Säugethiere mit Inbegriff des Menschen, sondern sogar alle Wirbelthiere überhaupt, alle Säugethiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische, entweder gar nicht oder nur durch ihre Größe, oder durch ganz unwesentliche Formdifferenzen, sowie durch die Bildung der Eihüllen von einander zu unterscheiden. Bei Allen besteht der ganze Leib aus weiter Nichts, als aus einer ganz einfachen, länglichrunden, dünnen Scheibe, welche anfangs aus zwei, später aus vier über-einander liegenden, eng verbundenen Blättern zusammengesetzt ist. Jedes der vier Keimblätter besteht aus weiter Nichts, als aus gleichartigen Zellen; jedes hat aber eine andere Bedeutung für den Aufbau des Wirbelthierkörpers. Aus dem oberen oder äußeren Keimblatt entsteht bloß die äußere Oberhaut (Epidermis) nebst den Centraltheilen des Nervensystems (Rückenmark und Gehirn); aus dem unteren oder inneren Blatt entsteht bloß die innere zarte Haut (Epithelium), welche den ganzen Darmkanal vom Mund bis zum After, nebst allen seinen Anhangsdrüsen (Lunge, Leber, Speicheldrüsen u. s. w.) auskleidet; aus den zwischen jenen gelegenen mittleren beiden Keimblättern entstehen alle übrigen Organe.

Die Vorgänge nun, durch welche aus so einfachem Baumaterial, aus den vier einfachen, nur aus Zellen zusammengesetzten Keimblättern, die verschiedenartigen und höchst verwickelt zusammengesetzten Theile des reifen Wirbelthierkörpers entstehen, sind erstens wiederholte Theilungen und dadurch Vermehrung der Zellen, zweitens Arbeitstheilung oder Differenzirung dieser Zellen, und drittens Verbindung der verschiedenartig ausgebildeten oder differenzirten Zellen zur Bildung der verschiedenen Organe. So entsteht der stufenweise Fortschritt oder die Vervollkommnung, welche in der Ausbildung des embryonalen Leibes Schritt für Schritt zu verfolgen ist. Die ein-

fachen Embryonalzellen, welche den Wirbelthierkörper zusammensetzen wollen, verhalten sich wie Bürger, welche einen Staat gründen wollen. Die einen ergreifen diese, die anderen jene Thätigkeit, und bilden dieselbe zum Besten des Ganzen aus. Durch diese Arbeitstheilung oder Differenzirung, und die damit im Zusammenhang stehende Vervollkommnung (den organischen Fortschritt), wird es dem ganzen Staate möglich, Leistungen zu vollziehen, welche dem einzelnen Individuum unmöglich wären. Der ganze Wirbelthierkörper, wie jeder andere mehrzellige Organismus, ist ein republikanischer Zellenstaat, und daher kann derselbe organische Funktionen vollziehen, welche die einzelne Zelle als Einsiedler (z. B. eine Amoebe oder eine einzellige Pflanze) niemals leisten könnte[37]).

Es wird keinem vernünftigen Menschen einfallen, in den zweckmäßigen Einrichtungen, welche zum Wohle des Ganzen und der Einzelnen in jedem menschlichen Staate getroffen sind, die zweckmäßige Thätigkeit eines persönlichen überirdischen Schöpfers erkennen zu wollen. Vielmehr weiß Jedermann, daß jene zweckmäßigen Organisationseinrichtungen des Staates die Folge von dem Zusammenwirken der einzelnen Bürger und ihrer Regierung, sowie von deren Anpassung an die Existenzbedingungen der Außenwelt sind. Ganz ebenso müssen wir aber auch den mehrzelligen Organismus beurtheilen. Auch in diesem sind alle zweckmäßigen Einrichtungen lediglich die natürliche und nothwendige Folge des Zusammenwirkens, der Differenzirung und Vervollkommnung der einzelnen Staatsbürger, der Zellen; und nicht etwa die künstlichen Einrichtungen eines zweckmäßig thätigen Schöpfers. Wenn Sie diesen Vergleich recht erwägen und weiter verfolgen, wird Ihnen deutlich die Verkehrtheit jener dualistischen Naturanschauung klar werden, welche in der Zweckmäßigkeit der Organisation die Wirkung eines schöpferischen Bauplans sucht.

Lassen Sie uns nun die individuelle Entwickelung des Wirbelthierkörpers noch einige Schritte weiter verfolgen, und sehen, was die Staatsbürger dieses embryonalen Organismus zunächst anfangen. In der Mittellinie der geigenförmigen Scheibe, welche aus den vier-

zelligen Keimblättern zusammengesetzt ist, entsteht eine gerade feine Furche, die sogenannte „Primitivrinne", durch welche der geigenförmige Leib in zwei gleiche Seitenhälften abgetheilt wird, ein rechtes und ein linkes Gegenstück oder Antimer. Beiderseits jener Rinne oder Furche erhebt sich das obere oder äußere Keimblatt in Form einer Längsfalte, und beide Falten wachsen dann über der Rinne in der Mittellinie zusammen und bilden so ein cylindrisches Rohr. Dieses Rohr heißt das Markrohr oder Medullarrohr, weil es die Anlage des Centralnervensystems, des Rückenmarks (Medulla spinalis) ist. Anfangs ist dasselbe vorn und hinten zugespitzt, und so bleibt dasselbe bei den niedersten Wirbelthieren, den gehirnlosen und schädellosen Lanzetthieren (Amphioxus) zeitlebens. Bei allen übrigen Wirbelthieren aber, die wir von letzteren als Schädelthiere oder Kranioten unterscheiden, wird alsbald ein Unterschied zwischen vorderem und hinterem Ende des Medullarrohrs sichtbar, indem das erstere sich aufbläht und in eine rundliche Blase, die Anlage des Gehirns verwandelt.

Bei allen Kranioten, d. h. bei allen mit Schädel und Gehirn versehenen Wirbelthieren, zerfällt das Gehirn, welches anfangs bloß die blasenförmige Auftreibung vom vorderen Ende des Rückenmarks ist, bald in fünf hinter einander liegende Blasen, indem sich vier oberflächliche quere Einschnürungen bilden. Diese fünf Hirnblasen, aus denen sich späterhin alle verschiedenen Theile des so verwickelt gebauten Gehirns hervorbilden, sind an dem in Fig. 7 abgebildeten Embryo in ihrer ursprünglichen Anlage zu erblicken. Es ist ganz gleich, ob wir den Embryo eines Hundes, eines Huhnes, einer Schildkröte oder irgend eines anderen höheren Wirbelthieres betrachten. Denn die Embryonen der verschiedenen Schädelthiere (mindestens der drei höheren Klassen, der Reptilien, Vögel und Säugethiere) sind in dem, Fig. 7 dargestellten Stadium noch gar nicht zu unterscheiden. Die ganze Körperform ist noch höchst einfach, eine dünne, blattförmige Scheibe. Gesicht, Beine, Eingeweide u. s. w. fehlen noch gänzlich. Aber die fünf Hirnblasen sind schon deutlich von einander abgesetzt.

Fig. 7.

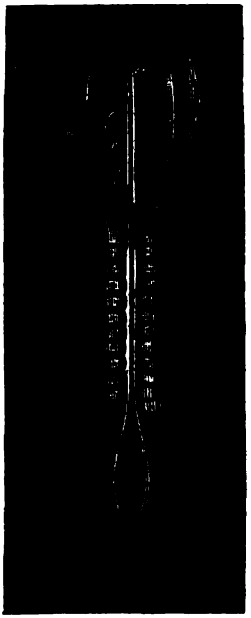


Fig. 7. Embryo eines Säugethieres oder Vogels, in dem ſoeben die fünf Hirnblaſen angelegt ſind. *v* Vorderhirn. *z* Zwiſchenhirn. *m* Mittelhirn. *h* Hinterhirn. *n* Nachhirn. *p* Rückenmark. *a* Augenblaſen. *w* Urwirbel. *d* Rückenſtrang oder Chorda.

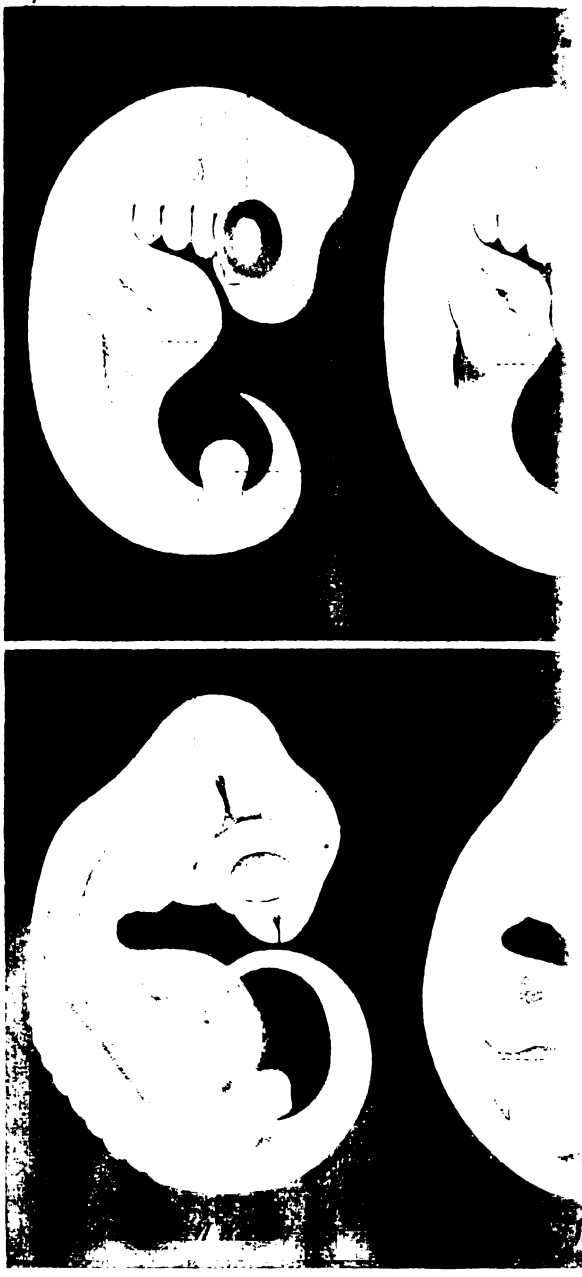
Die erſte Blaſe, das Vorderhirn (v) iſt inſofern die wichtigſte, als ſie vorzugsweiſe die ſogenannten großen Hemiſphären, oder die Halbkugeln des großen Gehirns bildet, desjenigen Theiles, welcher der Sitz der höheren Geiſtesthätigkeiten iſt. Je höher dieſe letzteren ſich bei dem Wirbelthier entwickeln, deſto mehr wachſen die beiden Seitenhälften des Vorderhirns oder die großen Hemiſphären auf Koſten der vier übrigen Blaſen und legen ſich von vorn und oben her über die anderen herüber. Beim Menſchen, wo ſie verhältnißmäßig am ſtärkſten entwickelt ſind, entſprechend der höheren Geiſtesentwickelung, bedecken ſie ſpäter die übrigen Theile von oben her faſt ganz. (Vergl. Taf. II und III.) Die zweite Blaſe, das Zwiſchenhirn (z) bildet beſonders denjenigen Gehirntheil, welchen man Sehhügel nennt, und ſteht in der nächſten Beziehung zu den Augen (a), welche als zwei Blaſen rechts und links aus dem Vorderhirn hervorwachſen und ſpäter am Boden des Zwiſchenhirns liegen. Die dritte Blaſe, das Mittelhirn (m) geht größtentheils in der Bildung der ſogenannten Vierhügel auf, eines hochgewölbten Gehirntheiles, welcher beſonders bei den Reptilien und bei den Vögeln ſtark ausgebildet iſt (Fig. E, F, Taf. II), während er bei den Säugethieren viel mehr zurücktritt (Fig. G, H, Taf. III). Die vierte Blaſe, das Hinterhirn (h) bildet die ſogenannten kleinen Hemiſphären oder die Halbkugeln nebſt dem Mitteltheil des kleinen Gehirns (Cerebellum), einen Gehirntheil, über deſſen Bedeutung

man die widersprechendsten Vermuthungen hegt, der aber vorzugsweise die Coordination der Bewegungen zu regeln scheint. Endlich die fünfte Blase, das Nachhirn (n), bildet sich zu demjenigen sehr wichtigen Theile des Centralnervensystems aus, welchen man das verlängerte Mark (Medulla oblongata) nennt. Es ist das Centralorgan der Athembewegungen und anderer wichtiger Funktionen, und seine Verletzung führt sofort den Tod herbei, während man die großen Hemisphären des Vorderhirns (oder das Organ der „Seele" im engeren Sinne) stückweise abtragen und zuletzt ganz vernichten kann, ohne daß das Wirbelthier deßhalb stirbt; nur seine höheren Geistesthätigkeiten schwinden dadurch.

Diese fünf Hirnblasen sind ursprünglich bei allen Wirbelthieren, die überhaupt ein Gehirn besitzen, gleichmäßig angelegt, und bilden sich erst allmählich bei den verschiedenen Gruppen so verschiedenartig aus, daß es nachher sehr schwierig ist, in den ganz entwickelten Gehirnen die gleichen Theile wieder zu erkennen. In dem frühen Entwickelungsstadium, welches in Fig. 7 dargestellt ist, erscheint es noch ganz unmöglich, die Embryonen der verschiedenen Säugethiere, Vögel und Reptilien von einander zu unterscheiden. Wenn Sie dagegen die viel weiter entwickelten Embryonen auf Taf. II und III mit einander vergleichen, werden Sie schon deutlich die ungleichartige Ausbildung erkennen, und namentlich wahrnehmen, daß das Gehirn der beiden Säugethiere (G) und (H) schon stark von dem der Vögel (F) und Reptilien (E) abweicht. Bei letzteren beiden zeigt bereits das Mittelhirn, bei den ersteren dagegen das Vorderhirn sein Uebergewicht. Aber auch noch in diesem Stadium ist das Gehirn des Vogels (F) von dem der Schildkröte (E) kaum verschieden, und ebenso ist das Gehirn des Hundes (G) demjenigen des Menschen (H) jetzt noch fast gleich. Wenn Sie dagegen die Gehirne dieser vier Wirbelthiere im ausgebildeten Zustande mit einander vergleichen, so finden Sie dieselben in allen anatomischen Einzelheiten so sehr verschieden, daß Sie nicht einen Augenblick darüber in Zweifel sein können, welchem Thiere jedes Gehirn angehört.

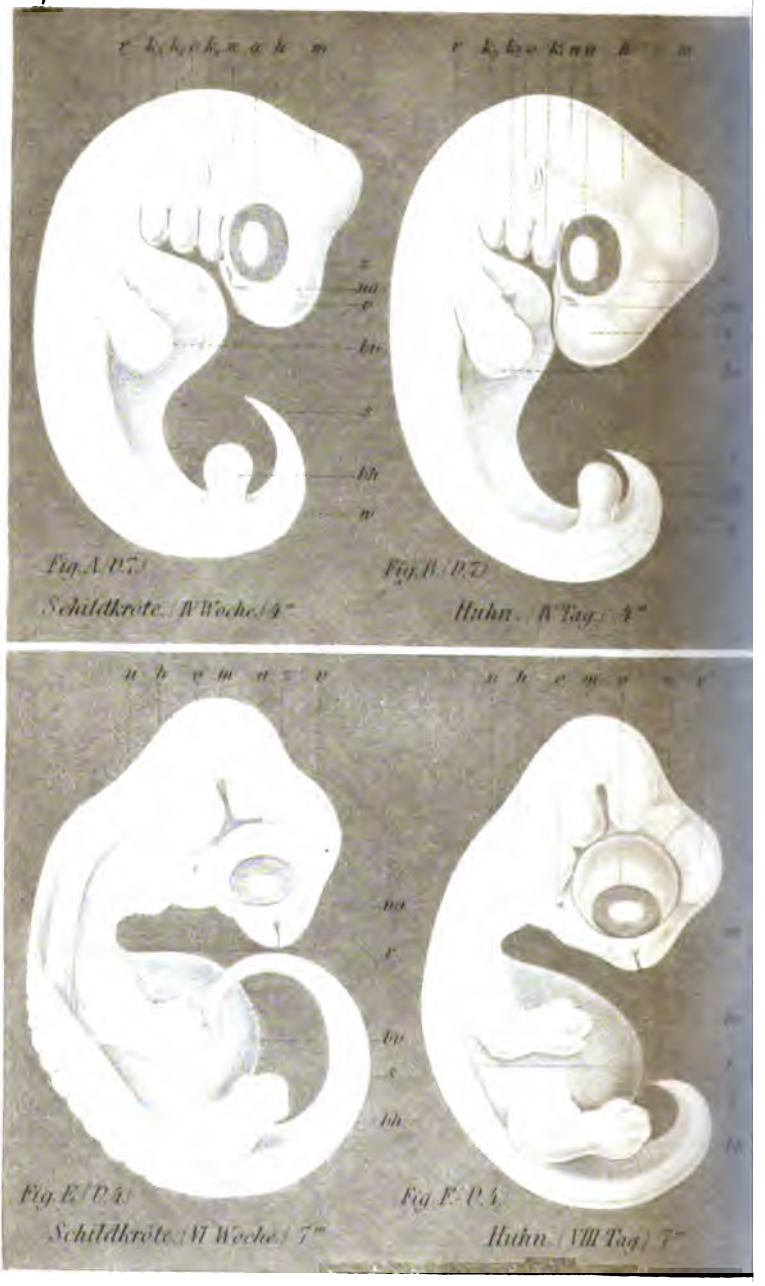
THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.



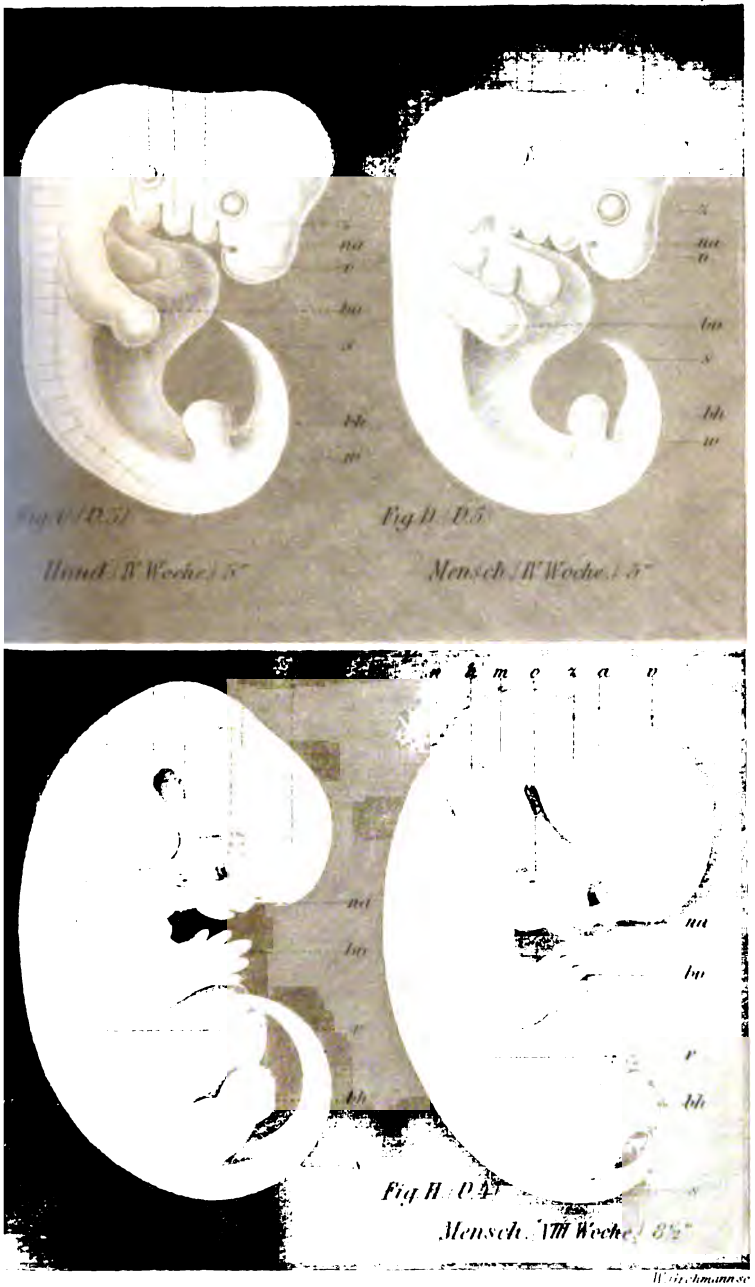
v. Vorderhirn z. Zwischenhirn m Mittelhirn h Hi
n. Nachhirn w. Wirbel r. Rückenmark

che Gleichheit und die erst
achsende Sonderung oder
iedenen Wirbelthieren spe-
utert, weil gerade dieses
erem Interesse ist. Ich hätte
maßen, kurz jeden anderen
sich immer dasselbe Schö-
Thatsache, daß alle Theile
eren gleich sind, und daß
sbilden. In meinen Vor-
des Menschen“[56]) fin-
an geführt.
welche so verschiedenartig
der Extremitäten der
, S. 363, und deren Er-
n Fig. A—H auf Taf. I
verschiedenen Embryonen
en kaum im Stande sein
hen dem Arm des Men-
v), dem schlanken Vor-
en Vorderbein der Schild-
werden Sie bei Verglei-
en Figuren herausfinden,
und des Vogels (Fbh),
r Schildkröte (Ebh) sich
xtremitäten sind jetzt noch
reitung die Anlagen der
unden sind. In einem
e fünf Zehen noch nicht
, auch nur vordere und
ese sowohl als jene sind
welche aus der Seite des
rühen Stadium, welches




v. Vorderhirn. z. Zwischenhirn. m. Mittelhirn. h. Hinterhirn.
n. Nachhirn. w. Wirbel. r. Rückenmark.

Taf. III.




*na. Nase. a. Auge. o. Ohr. $k_1 k_2 k_3$. hiemenbogen. s. Schwanz.*
*bv. Vorderbein. bh. Hinterbein.*

PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Ich habe Ihnen hier die urſprüngliche Gleichheit und die erſt allmählich eintretende und dann immer wachſende Sonderung oder Differenzirung des Embryo bei den verſchiedenen Wirbelthieren ſpeciell an dem Beiſpiele des Gehirns erläutert, weil gerade dieſes Organ der Seelenthätigkeit von ganz beſonderem Intereſſe iſt. Ich hätte aber ebenſo gut das Herz oder die Gliedmaßen, kurz jeden anderen Körpertheil ſtatt deſſen anführen können, da ſich immer daſſelbe Schöpfungswunder hier wiederholt: nämlich die Thatſache, daß alle Theile urſprünglich bei den verſchiedenen Wirbelthieren gleich ſind, und daß erſt allmählich ihre Verſchiedenheiten ſich ausbilden. In meinen Vorträgen über „Entwickelungsgeſchichte des Menſchen“[56]) finden Sie den Beweis für jedes einzelne Organ geführt.

Es giebt gewiß wenige Körpertheile, welche ſo verſchiedenartig ausgebildet ſind, wie die Gliedmaßen oder Extremitäten der verſchiedenen Wirbelthiere. (Vergl. Taf. IV, S. 363, und deren Erklärung im Anhang). Nun bitte ich Sie, in Fig. A—H auf Taf. II und III die vorderen Extremitäten (bv) der verſchiedenen Embryonen mit einander zu vergleichen, und Sie werden kaum im Stande ſein, irgend welche bedeutende Unterſchiede zwiſchen dem Arm des Menſchen (Hbv), dem Flügel des Vogels (Fbv), dem ſchlanken Vorderbein des Hundes (Gbv) und dem plumpen Vorderbein der Schildkröte (Ebv) zu erkennen. Ebenſo wenig werden Sie bei Vergleichung der hinteren Extremität (bh) in dieſen Figuren herausfinden, wodurch das Bein des Menſchen (Hbh) und des Vogels (Fbh), das Hinterbein des Hundes (Gbh) und der Schildkröte (Ebh) ſich unterſcheiden. Vordere ſowohl als hintere Extremitäten ſind jetzt noch kurze und breite Platten, an deren Endausbreitung die Anlagen der fünf Zehen noch durch Schwimmhaut verbunden ſind. In einem noch früheren Stadium (Fig. A—D) ſind die fünf Zehen noch nicht einmal angelegt, und es iſt ganz unmöglich, auch nur vordere und hintere Gliedmaßen zu unterſcheiden. Dieſe ſowohl als jene ſind nichts als ganz einfache, rundliche Fortſätze, welche aus der Seite des Rumpfes hervorgeſproßt ſind. In dem frühen Stadium, welches

Fig. 7 darstellt, fehlen dieselben überhaupt noch ganz, und der ganze Embryo ist ein einfacher Rumpf ohne eine Spur von Gliedmaßen.

An den auf Taf. II und III dargestellten Embryonen aus der vierten Woche der Entwickelung (Fig. A—D), in denen Sie jetzt wohl noch keine Spur des erwachsenen Thieres werden erkennen können, möchte ich Sie noch besonders aufmerksam machen auf eine äußerst wichtige Bildung, welche allen Wirbelthieren ursprünglich gemeinsam ist, welche aber späterhin zu den verschiedensten Organen umgebildet wird. Sie kennen gewiß Alle die Kiemenbogen der Fische, jene knöchernen Bogen, welche zu drei oder vier hinter einander auf jeder Seite des Halses liegen, und welche die Athmungsorgane der Fische, die Kiemen, tragen (Doppelreihen von rothen Blättchen, welche das Volk „Fischohren" nennt). Diese Kiemenbogen nun sind beim Menschen (D) und beim Hunde (C), beim Huhne (B) und bei der Schildkröte (A) ursprünglich ganz ebenso vorhanden, wie bei allen übrigen Wirbelthieren. (In Fig. A—D sind die drei Kiemenbogen der rechten Halsseite mit den Buchstaben k 1, k 2, k 3 bezeichnet). Allein nur bei den Fischen bleiben dieselben in der ursprünglichen Anlage bestehen und bilden sich zu Athmungsorganen aus. Bei den übrigen Wirbelthieren werden dieselben theils zur Bildung des Gesichts, theils zur Bildung des Gehörorgans verwendet.

Endlich will ich nicht verfehlen, Sie bei Vergleichung der auf Taf. II und III abgebildeten Embryonen nochmals auf das Schwänzchen des Menschen (s) aufmerksam zu machen, welches derselbe mit allen übrigen Wirbelthieren in der ursprünglichen Anlage theilt. Die Auffindung „geschwänzter Menschen" wurde lange Zeit von vielen Monisten mit Sehnsucht erwartet, um darauf eine nähere Verwandtschaft des Menschen mit den übrigen Säugethieren begründen zu können. Und ebenso hoben ihre dualistischen Gegner oft mit Stolz hervor, daß der gänzliche Mangel des Schwanzes einen der wichtigsten körperlichen Unterschiede zwischen dem Menschen und den Thieren bilde, wobei sie nicht an die vielen schwanzlosen Thiere dachten, die es wirklich giebt. Nun besitzt aber der Mensch in den ersten Monaten der

Entwickelung ebenso gut einen wirklichen Schwanz, wie die nächstverwandten schwanzlosen Affen (Orang, Schimpanse, Gorilla) und wie die Wirbelthiere überhaupt. Während derselbe aber bei den meisten, z. B. beim Hunde (Fig. C, G) im Laufe der Entwickelung immer länger wird, bildet er sich beim Menschen (Fig. D, H) und bei den ungeschwänzten Säugethieren von einem gewissen Zeitpunkt der Entwickelung an zurück und verwächst zuletzt völlig. Indessen ist auch beim ausgebildeten Menschen der Rest des Schwanzes als verkümmertes oder rudimentäres Organ noch in den drei bis fünf Schwanzwirbeln (Vertebrae coccygeae) zu erkennen, welche das hintere oder untere Ende der Wirbelsäule bilden (S. 258).

Die meisten Menschen wollen noch gegenwärtig die wichtigste Folgerung der Descendenztheorie, die paläontologische Entwickelung des Menschen aus affenähnlichen und weiterhin aus niederen Säugethieren nicht anerkennen, und halten eine solche Umbildung der organischen Form für unmöglich. Ich frage Sie aber, sind die Erscheinungen der individuellen Entwickelung des Menschen, von denen ich Ihnen hier die Grundzüge vorgeführt habe, etwa weniger wunderbar? Ist es nicht im höchsten Grade merkwürdig, daß alle Wirbelthiere aus den verschiedensten Klassen, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere, in den ersten Zeiten ihrer embryonalen Entwickelung geradezu nicht zu unterscheiden sind; und daß selbst viel später noch, in einer Zeit, wo bereits Reptilien und Vögel sich deutlich von den Säugethieren unterscheiden, Hund und Mensch noch beinahe identisch sind? Fürwahr, wenn man jene beiden Entwickelungsreihen mit einander vergleicht, und sich fragt, welche von beiden wunderbarer ist, so muß uns die Ontogenie oder die kurze und schnelle Entwickelungsgeschichte des Individuums viel räthselhafter erscheinen, als die Phylogenie oder die lange und langsame Entwickelungsgeschichte des Stammes. Denn eine und dieselbe großartige Formwandelung und Umbildung wird von der letzteren im Lauf von vielen tausend Jahren, von der ersteren dagegen im Laufe weniger Monate vollbracht. Offenbar ist diese überaus schnelle und

auffallende Umbildung des Individuums in der Ontogeneſis, welche wir jeden Augenblick thatſächlich durch direkte Beobachtung feſtſtellen können, an ſich viel wunderbarer, viel erſtaunlicher, als die entſprechende, aber viel langſamere und allmählichere Umbildung, welche die lange Vorfahrenkette deſſelben Individuums in der Phylogeneſis durchgemacht hat.

Beide Reihen der organiſchen Entwickelung, die Ontogeneſis des Individuums, und die Phylogeneſis des Stammes, zu welchem daſſelbe gehört, ſtehen im innigſten urſächlichen Zuſammenhange. Ich habe dieſe Theorie, welche ich für äußerſt wichtig halte, im zweiten Bande meiner generellen Morphologie [4]) ausführlich zu begründen verſucht. Wie ich dort zeigte, iſt die Ontogeneſis, oder die Entwickelung des Individuums, eine kurze und ſchnelle, durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung bedingte Wiederholung (Recapitulation) der Phylogeneſis oder der Entwickelung des zugehörigen Stammes, d. h. der Vorfahren, welche die Ahnenkette des betreffenden Individuums bilden. Dieſer fundamentale Satz iſt das wichtigſte allgemeine Geſetz der organiſchen Entwickelung, das biogenetiſche Grundgeſetz. (Gen. Morph. II, S. 110—147, 371.)

In dieſem innigen Zuſammenhang der Ontogenie und Phylogenie erblicke ich einen der wichtigſten und unwiderleglichſten Beweiſe der Deſcendenztheorie. Es vermag Niemand dieſe Erſcheinungen zu erklären, wenn er nicht auf die Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze zurückgeht; durch dieſe erſt ſind ſie erklärlich. Ganz beſonders verdienen dabei die Geſetze unſere Beachtung, welche wir früher als die Geſetze der abgekürzten, der gleichzeitlichen und der gleichörtlichen Vererbung erläutert haben. Indem ſich ein ſo hochſtehender und verwickelter Organismus, wie es der menſchliche oder der Organismus jedes anderen Säugethiers iſt, von jener einfachen Zellenſtufe an aufwärts erhebt, indem er fortſchreitet in ſeiner Differenzirung und Vervollkommnung, durchläuft er dieſelbe Reihe von Umbildungen, welche ſeine thieriſchen Ahnen vor undenklichen

Zeiten, während ungeheurer Zeiträume durchlaufen haben. Schon früher habe ich auf dieſen äußerſt wichtigen Parallelismus der individuellen und Stammesentwickelung hingewieſen (S. 10). Gewiſſe, ſehr frühe und tief ſtehende Entwickelungsſtadien des Menſchen und der höheren Wirbelthiere überhaupt entſprechen durchaus gewiſſen Bildungen, welche zeitlebens bei niederen Fiſchen fortdauern. Es folgt dann eine Umbildung des fiſchähnlichen Körpers zu einem amphibienartigen. Viel ſpäter erſt entwickelt ſich aus dieſem der Säugethierkörper mit ſeinen beſtimmten Charakteren, und man kann hier wieder in den auf einander folgenden Entwickelungsſtadien eine Reihe von Stufen fortſchreitender Umbildung erkennen, welche offenbar den Verſchiedenheiten verſchiedener Säugethier-Ordnungen und Familien entſprechen. In derſelben Reihenfolge ſehen wir aber auch die Vorfahren des Menſchen und der höheren Säugethiere in der Erdgeſchichte nach einander auftreten: zuerſt Fiſche, dann Amphibien, ſpäter niedere und zuletzt erſt höhere Säugethiere. Hier iſt alſo die embryonale Entwickelung des Individuums durchaus parallel der paläontologiſchen Entwickelung des ganzen zugehörigen Stammes; und dieſe äußerſt intereſſante und wichtige Erſcheinung iſt einzig und allein durch die Wechſelwirkung der Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze zu erklären.

Das zuletzt angeführte Beiſpiel von dem Parallelismus der paläontologiſchen und der individuellen Entwickelungsreihe lenkt nun unſere Aufmerkſamkeit noch auf eine dritte Entwickelungsreihe, welche zu dieſen beiden in den innigſten Beziehungen ſteht und denſelben ebenfalls im Ganzen parallel läuft. Das iſt nämlich diejenige Entwickelungsreihe von Formen, welche das Unterſuchungsobject der *vergleichenden Anatomie* iſt, und welche wir kurz die *ſyſtematiſche oder ſpecifiſche Entwickelung* nennen wollen. Wir verſtehen darunter die Kette von verſchiedenartigen, aber doch verwandten und zuſammenhängenden Formen, welche zu irgend einer Zeit der Erdgeſchichte, alſo z. B. in der Gegenwart, *neben einander* exiſtiren. Indem die vergleichende Anatomie die verſchiedenen ausgebildeten Formen der entwickelten Organismen mit einander ver-

gleicht, ſucht ſie das gemeinſame Urbild zu erkennen, welches den mannichfaltigen Formen der verwandten Arten, Gattungen, Klaſſen u. ſ. w. zu Grunde liegt, und welches durch deren Differenzirung nur mehr oder minder verſteckt wird. Sie ſucht die Stufenleiter des Fortſchritts feſtzuſtellen, welche durch den verſchiedenen Vervollkommnungsgrad der divergenten Zweige des Stammes bedingt iſt. Um bei dem angeführten Beiſpiele zu bleiben, ſo zeigt uns die vergleichende Anatomie, wie die einzelnen Organe und Organſyſteme des Wirbelthierſtammes in den verſchiedenen Klaſſen, Familien, Arten deſſelben ſich ungleichartig entwickelt, differenzirt und vervollkommnet haben. Sie erklärt uns, in welchen Beziehungen die Reihenfolge der Wirbelthierklaſſen von den Fiſchen aufwärts durch die Amphibien zu den Säugethieren, und hier wieder von den niederen zu den höheren Säugethierordnungen, eine aufſteigende Stufenleiter bildet. Dieſem Beſtreben, eine zuſammenhängende anatomiſche Entwickelungsreihe herzuſtellen, begegnen Sie in den Arbeiten der großen vergleichenden Anatomen aller Zeiten, in den Arbeiten von Goethe, Meckel, Cuvier, Johannes Müller, Gegenbaur, Huxley.

Die Entwickelungsreihe der ausgebildeten Formen, welche die vergleichende Anatomie in den verſchiedenen Divergenz- und Fortſchrittsſtufen des organiſchen Syſtems nachweiſt, und welche wir die ſyſtematiſche Entwickelungsreihe nannten, iſt parallel der paläontologiſchen Entwickelungsreihe, weil ſie das anatomiſche Reſultat der letzteren betrachtet, und ſie iſt parallel der individuellen Entwickelungsreihe, weil dieſe ſelbſt wiederum der paläontologiſchen parallel iſt. Wenn zwei Parallelen einer dritten parallel ſind, ſo müſſen ſie auch unter einander parallel ſein.

Die mannichfaltige Differenzirung und der ungleiche Grad von Vervollkommnung, welchen die vergleichende Anatomie in der Entwickelungsreihe des Syſtems nachweiſt, iſt weſentlich bedingt durch die zunehmende Mannichfaltigkeit der Exiſtenzbedingungen, denen ſich die verſchiedenen Gruppen im Kampf um das Daſein anpaßten, und durch den verſchiedenen Grad von Schnelligkeit und Vollſtändigkeit,

mit welchem diese Anpassung geschah. Die konservativen Gruppen, welche die ererbten Eigenthümlichkeiten am zähesten festhielten, blieben in Folge dessen auf der tiefsten und rohesten Entwickelungsstufe stehen. Die am schnellsten und vielseitigsten fortschreitenden Gruppen, welche sich den vervollkommneten Existenzbedingungen am bereitwilligsten anpaßten, erreichten selbst den höchsten Vollkommenheitsgrad. Je weiter sich die organische Welt im Laufe der Erdgeschichte entwickelte, desto größer mußte die Divergenz der niederen konservativen und der höheren progressiven Gruppen werden, wie das ja eben so auch aus der Völkergeschichte ersichtlich ist. Hieraus erklärt sich auch die historische Thatsache, daß die vollkommensten Thier- und Pflanzengruppen sich in verhältnißmäßig kurzer Zeit zu sehr bedeutender Höhe entwickelt haben, während die niedrigsten, konservativsten Gruppen durch alle Zeiten hindurch auf der ursprünglichen, rohesten Stufe stehen geblieben, oder nur sehr langsam und allmählich etwas fortgeschritten sind. Auch die Ahnenreihe des Menschen zeigt dies Verhältniß deutlich. Die Haifische der Jetztzeit stehen den Urfischen, welche zu den ältesten Wirbelthierahnen des Menschen gehören, noch sehr nahe, ebenso die heutigen niedersten Amphibien (Kiemenmolche und Salamander) den Amphibien, welche sich aus jenen zunächst entwickelten. Und ebenso sind unter den späteren Vorfahren des Menschen die Monotremen und Beutelthiere, die ältesten Säugethiere, zugleich die unvollkommensten Thiere dieser Klasse, die heute noch leben. Die uns bekannten Gesetze der Vererbung und Anpassung genügen vollständig, um diese äußerst wichtige und interessante Erscheinung zu erklären, die man kurz als den Parallelismus der individuellen, der paläontologischen und der systematischen Entwickelung, des betreffenden Fortschrittes und der betreffenden Differenzirung bezeichnen kann. Kein Gegner der Descendenztheorie ist im Stande gewesen, für diese höchst wunderbare Thatsache eine Erklärung zu liefern, während sie sich nach der Descendenztheorie aus den Gesetzen der Vererbung und Anpassung vollkommen erklärt.

Wenn Sie diesen Parallelismus der drei organischen Entwicke-

lungsreihen ſchärfer in's Auge faſſen, ſo müſſen Sie noch folgende nähere Beſtimmung hinzufügen. Die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeſchichte jedes Organismus (Embryologie und Metamorphologie) bildet eine einfache, unverzweigte oder leiterförmige Kette von Formen; und ebenſo derjenige Theil der Phylogenie, welcher die paläontologiſche Entwickelungsgeſchichte der direkten Vorfahren jenes individuellen Organismus enthält. Dagegen bildet die ganze Phylogenie, welche uns in dem natürlichen Syſtem jedes organiſchen Stammes oder Phylum entgegentritt, und welche die paläontologiſche Entwickelung aller Zweige dieſes Stammes unterſucht, eine verzweigte oder baumförmige Entwickelungsreihe, einen wirklichen Stammbaum. Unterſuchen Sie vergleichend die entwickelten Zweige dieſes Stammbaums und ſtellen Sie dieſelben nach dem Grade ihrer Differenzirung und Vervollkommnung zuſammen, ſo erhalten Sie die baumförmig verzweigte ſyſtematiſche Entwickelungsreihe der vergleichenden Anatomie. Genau genommen iſt alſo dieſe letztere der ganzen Phylogenie und mithin nur theilweiſe der Ontogenie parallel; denn die Ontogenie ſelbſt iſt nur einem Theile der Phylogenie parallel.

Alle im Vorhergehenden erläuterten Erſcheinungen der organiſchen Entwickelung, insbeſondere dieſer dreifache genealogiſche Parallelismus, und die Differenzirungs- und Fortſchrittsgeſetze, welche in jeder dieſer drei organiſchen Entwickelungsreihen ſichtbar ſind, ſodann die ganze Erſcheinungsreihe der rudimentären Organe, ſind äußerſt wichtige Belege für die Wahrheit der Deſcendenztheorie. Denn ſie ſind nur durch dieſe zu erklären, während die Gegner derſelben auch nicht die Spur einer Erklärung dafür aufbringen können. Ohne die Abſtammungslehre läßt ſich die Thatſache der organiſchen Entwickelung überhaupt nicht begreifen. Wir würden daher gezwungen ſein, auf Grund derſelben Lamarck's Deſcendenztheorie anzunehmen, auch wenn wir nicht Darwin's Züchtungstheorie beſäßen.

# Dreizehnter Vortrag.

## Entwickelungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenſtofftheorie. Plaſtidentheorie.

---

Entwickelungsgeſchichte der Erde. Kant's Entwickelungstheorie des Weltalls oder die kosmologiſche Gastheorie. Entwickelung der Sonnen, Planeten und Monde. Erſte Entſtehung des Waſſers. Vergleichung der Organismen und Anorgane. Organiſche und anorganiſche Stoffe. Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzuſtände. Eiweißartige Kohlenſtoffverbindungen. Organiſche und anorganiſche Formen. Kryſtalle und ſtrukturloſe Organismen ohne Organe. Stereometriſche Grundformen der Kryſtalle und der Organismen. Organiſche und anorganiſche Kräfte. Lebenskraft. Wachsthum und Anpaſſung bei Kryſtallen und bei Organismen. Bildungstriebe der Kryſtalle. Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur. Urzeugung oder Archigonie. Autogonie und Plasmogonie. Entſtehung der Moneren durch Urzeugung. Entſtehung der Zellen aus Moneren. Zellentheorie. Plaſtidentheorie. Plaſtiden oder Bildnerinnen. Cytoden und Zellen. Vier verſchiedene Arten von Plaſtiden.

Meine Herren! Durch unſere bisherigen Betrachtungen haben wir vorzugsweiſe die Frage zu beantworten verſucht, durch welche Urſachen neue Arten von Thieren und Pflanzen aus beſtehenden Arten hervorgegangen ſind. Wir haben dieſe Frage nach Darwin's Theorie dahin beantwortet, daß die natürliche Züchtung im Kampf um's Daſein, d. h. die Wechſelwirkung der Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze völlig genügend iſt, um die unendliche Mannichfaltigkeit der verſchiedenen, ſcheinbar zweckmäßig nach einem Bauplane organiſirten Thiere und Pflanzen mechaniſch zu erzeugen. Inzwiſchen wird

sich Ihnen schon wiederholt die Frage aufgedrängt haben: Wie entstanden aber nun die ersten Organismen, oder der eine ursprüngliche Stammorganismus, von welchem wir alle übrigen ableiten?

Diese Frage hat Lamarck[2]) durch die Hypothese der Urzeugung oder Archigonie beantwortet. Darwin dagegen geht über dieselbe hinweg, indem er ausdrücklich hervorhebt, daß er „Nichts mit dem Ursprung der geistigen Grundkräfte, noch mit dem des Lebens selbst zu schaffen habe". Am Schlusse seines Werkes spricht er sich darüber bestimmter in folgenden Worten aus: „Ich nehme an, daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen, welcher das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht worden ist." Außerdem beruft sich Darwin zur Beruhigung Derjenigen, welche in der Descendenztheorie den Untergang der ganzen „sittlichen Weltordnung" erblicken, auf einen berühmten Schriftsteller und Geistlichen, welcher ihm geschrieben hatte: „Er habe allmählich einsehen gelernt, daß es eine ebenso erhabene Vorstellung von der Gottheit sei, zu glauben, daß sie nur einige wenige, der Selbstentwickelung in andere und nothwendige Formen fähige Urtypen geschaffen, als daß sie immer wieder neue Schöpfungsakte nöthig gehabt habe, um die Lücken auszufüllen, welche durch die Wirkung ihrer eigenen Gesetze entstanden seien." Diejenigen, denen der Glaube an eine übernatürliche Schöpfung ein Gemüthsbedürfniß ist, können sich bei dieser Vorstellung beruhigen. Sie können jenen Glauben mit der Descendenztheorie vereinbaren; denn sie können in der Erschaffung eines einzigen ursprünglichen Organismus, der die Fähigkeit besaß, alle übrigen durch Vererbung und Anpassung aus sich zu entwickeln, wirklich weit mehr Erfindungskraft und Weisheit des Schöpfers bewundern, als in der unabhängigen Erschaffung der verschiedenen Arten.

Wenn wir uns in dieser Weise die Entstehung der ersten irdischen Organismen, von denen alle übrigen abstammen, durch die zweckmäßige und planvolle Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers erklären wollten, so würden wir damit auf eine wissenschaftliche Er-

kenntniß derselben verzichten, und aus dem Gebiete der wahren Wissenschaft auf das gänzlich getrennte Gebiet der dichtenden Glaubenschaft hinübertreten. Wir würden durch die Annahme eines übernatürlichen Schöpfungsaktes einen Sprung in das Unbegreifliche thun. Ehe wir uns zu diesem letzten Schritte entschließen und damit auf eine wissenschaftliche Erkenntniß jenes Vorgangs verzichten, sind wir jedenfalls zu dem Versuche verpflichtet, denselben durch eine mechanische Hypothese zu beleuchten. Wir müssen jedenfalls untersuchen, ob denn wirklich jener Vorgang so wunderbar ist, oder ob wir uns eine haltbare Vorstellung von einer ganz natürlichen Erstehung jenes ersten Stammorganismus machen können. Auf das Wunder der Schöpfung würden wir dann gänzlich verzichten können.

Es wird hierbei nothwendig sein, zunächst etwas weiter auszuholen und die natürliche Schöpfungsgeschichte der Erde und, noch weiter zurückgehend, die natürliche Schöpfungsgeschichte des ganzen Weltalls in ihren allgemeinen Grundzügen zu betrachten. Es wird Ihnen Allen wohl bekannt sein, daß aus dem Bau der Erde, wie wir ihn gegenwärtig kennen, die Vorstellung abgeleitet und bis jetzt noch nicht widerlegt ist, daß das Innere unserer Erde sich in einem feurigflüssigen Zustande befindet, und daß die aus verschiedenen Schichten zusammengesetzte feste Rinde, auf deren Oberfläche die Organismen leben, nur eine sehr dünne Kruste oder Schale um den feurigflüssigen Kern bildet. Zu dieser Anschauung sind wir durch verschiedene übereinstimmende Erfahrungen und Schlüsse gelangt. Zunächst spricht dafür die Erfahrung, daß die Temperatur der Erdrinde nach dem Innern hin stetig zunimmt. Je tiefer wir hinabsteigen, desto höher steigt die Wärme des Erdbodens, und zwar in dem Verhältniß, daß auf jede 100 Fuß Tiefe die Temperatur ungefähr um einen Grad zunimmt. In einer Tiefe von 6 Meilen würde demnach bereits eine Hitze von 1500° herrschen, hinreichend, um die meisten festen Stoffe unserer Erdrinde in geschmolzenem feuerflüssigem Zustande zu erhalten. Diese Tiefe ist aber erst der 286ste Theil des ganzen Erddurchmessers (1717 Meilen). Wir wissen ferner, daß Quellen, die

aus beträchtlicher Tiefe hervorkommen, eine sehr hohe Temperatur besitzen, und zum Theil selbst das Wasser im kochenden Zustande an die Oberfläche befördern. Sehr wichtige Zeugen sind endlich die vulkanischen Erscheinungen, das Hervorbrechen feuerflüssiger Gesteinsmassen durch einzelne berstende Stellen der Erdrinde hindurch. Alle diese Erscheinungen führen uns mit großer Sicherheit zu der wichtigen Annahme, daß die feste Erdrinde nur einen ganz geringen Bruchtheil, noch lange nicht den tausendsten Theil von dem ganzen Durchmesser der Erdkugel bildet, und daß diese sich noch heute größtentheils in geschmolzenem oder feuerflüssigem Zustande befindet.

Wenn wir nun auf Grund dieser Annahme über die einstige Entwickelungsgeschichte des Erdballs nachdenken, so werden wir folgerichtig noch einen Schritt weiter geführt, nämlich zu der Annahme, daß in früherer Zeit die ganze Erde ein feurigflüssiger Körper, und daß die Bildung einer dünnen erstarrten Rinde auf der Oberfläche dieses Balles erst ein späterer Vorgang war. Erst allmählich, durch Ausstrahlung der inneren Gluthhitze an den kalten Weltraum, verdichtete sich die Oberfläche des glühenden Erdballs zu einer dünnen Rinde. Daß die Temperatur der Erde früher allgemein eine viel höhere war, wird durch viele Erscheinungen bezeugt. Unter Anderen spricht dafür die gleichmäßige Vertheilung der Organismen in früheren Zeiten der Erdgeschichte. Während bekanntlich jetzt den verschiedenen Erdzonen und ihren örtlichen Temperaturen verschiedene Bevölkerungen von Thieren und Pflanzen entsprechen, war dies früher entschieden nicht der Fall, und wir sehen aus der Vertheilung der Versteinerungen in den älteren Zeiträumen, daß erst sehr spät, in einer verhältnißmäßig neuen Zeit der organischen Erdgeschichte (im Beginn der sogenannten cänolithischen oder Tertiärzeit), eine Sonderung der Zonen und dem entsprechend auch ihrer organischen Bevölkerung stattfand. Während der ungeheuer langen Primär- und Sekundärzeit lebten tropische Pflanzen, welche einen sehr hohen Temperaturgrad bedürfen, nicht allein in der heutigen heißen Zone unter dem Aequator, sondern auch in der heutigen gemäßigten und kalten Zone. Auch viele andere Erscheinun-

gen haben eine allmähliche Abnahme der Temperatur des Erdkörpers im Ganzen, und insbesondere eine erst spät eingetretene Abkühlung der Erdrinde von den Polen her kennen gelehrt. In seinen ausgezeichneten „Untersuchungen über die Entwickelungsgesetze der organischen Welt" hat der vortreffliche Bronn[19]) die zahlreichen geologischen und paläontologischen Beweise dafür zusammengestellt.

Auf diese Erscheinungen einerseits und auf die mathematisch-astronomischen Erkenntnisse vom Bau des Weltgebäudes andererseits gründet sich nun die Theorie, daß die ganze Erde vor undenklicher Zeit, lange vor der ersten Entstehung von Organismen auf derselben, ein feuerflüssiger Ball war. Diese Theorie aber steht wiederum in Uebereinstimmung mit der großartigen Theorie von der Entstehung des Weltgebäudes und speciell unseres Planetensystems, welche auf Grund von mathematischen und astronomischen Thatsachen 1755 unser kritischer Philosoph Kant[18]) aufstellte, und welche später die berühmten Mathematiker Laplace und Herschel ausführlicher begründeten. Diese Kosmogenie oder Entwickelungstheorie des Weltalls steht noch heute in fast allgemeiner Geltung; sie ist durch keine bessere ersetzt worden, und Mathematiker, Astronomen und Geologen haben dieselbe durch mannichfaltige Beweise immer fester zu stützen versucht.

Die Kosmogenie Kant's behauptet, daß das ganze Weltall in unvordenklichen Zeiten ein gasförmiges Chaos bildete. Alle Materien, welche auf der Erde und anderen Weltkörpern gegenwärtig in verschiedenen Dichtigkeitszuständen, in festem, fest-flüssigem, tropfbar-flüssigem und elastisch-flüssigem oder gasförmigem Aggregatzustande sich gesondert finden, bildeten ursprünglich zusammen eine einzige gleichartige, den Weltraum gleichmäßig erfüllende Masse, welche in Folge eines außerordentlich hohen Temperaturgrades in gasförmigem oder luftförmigem, äußerst dünnem Zustande sich befand. Die Millionen von Weltkörpern, welche gegenwärtig auf die verschiedenen Sonnensysteme vertheilt sind, existirten damals noch nicht. Sie entstanden erst in Folge einer allgemeinen Drehbewegung oder Rotation, bei welcher sich eine Anzahl von festeren Massengrup-

pen mehr als die übrige gasförmige Masse verdichteten, und nun auf letztere als Anziehungsmittelpunkte wirkten. So entstand eine Scheidung des chaotischen Urnebels oder Weltgases in eine Anzahl von rotirenden Nebelbällen, welche sich mehr und mehr verdichteten. Auch unser Sonnensystem war ein solcher riesiger gasförmiger Dunstball, dessen Theilchen sich sämmtlich um einen gemeinsamen Mittelpunkt, den Sonnenkern, herumdrehten. Der Nebelball selbst nahm durch die Rotationsbewegung, gleich allen übrigen, eine Sphäroidform oder abgeplattete Kugelgestalt an.

Während die Centripetalkraft die rotirenden Theilchen immer näher an den festen Mittelpunkt des Nebelballs heranzog, und so diesen mehr und mehr verdichtete, war umgekehrt die Centrifugalkraft bestrebt, die peripherischen Theilchen immer weiter von jenem zu entfernen und sie abzuschleudern. An dem Aequatorialrande der an beiden Polen abgeplatteten Kugel war diese Centrifugalkraft am stärksten, und sobald sie bei weiter gehender Verdichtung das Uebergewicht über die Centripetalkraft erlangte, löste sich hier eine ringförmige Nebelmasse von dem rotirenden Balle ab. Diese Nebelringe zeichneten die Bahnen der zukünftigen Planeten vor. Allmählich verdichtete sich die Nebelmasse des Ringes zu einem Planeten, der sich um seine eigene Axe drehte und zugleich um den Centralkörper rotirte. In ganz gleicher Weise aber wurden von dem Aequator der Planetenmasse, sobald die Centrifugalkraft wieder das Uebergewicht über die Centripetalkraft gewann, neue Nebelringe abgeschleudert, welche in gleicher Weise um die Planeten sich bewegten, wie diese um die Sonne. Auch diese Nebelringe verdichteten sich wieder zu rotirenden Bällen. So entstanden die Monde, von denen nur einer um die Erde, aber vier um den Jupiter, sechs um den Uranus sich bewegen. Der Ring des Saturnus stellt uns noch heute einen Mond auf jenem früheren Entwickelungsstadium dar. Indem bei immer weiter schreitender Abkühlung sich diese einfachen Vorgänge der Verdichtung und Abschleuderung vielfach wiederholten, entstanden die verschiedenen Sonnensysteme, die Planeten, welche sich rotirend um ihre

centrale Sonne, und die Trabanten oder Monde, welche sich drehend um ihren Planeten bewegten.

Der anfängliche gasförmige Zustand der rotirenden Weltkörper ging allmählich durch fortschreitende Abkühlung und Verdichtung in den feurigflüssigen oder geschmolzenen Aggregatzustand über. Durch den Verdichtungsvorgang selbst wurden große Mengen von Wärme frei, und so gestalteten sich die rotirenden Sonnen, Planeten und Monde bald zu glühenden Feuerbällen, gleich riesigen geschmolzenen Metalltropfen, welche Licht und Wärme ausstrahlten. Durch den damit verbundenen Wärmeverlust verdichtete sich wiederum die geschmolzene Masse an der Oberfläche der feuerflüssigen Bälle und so entstand eine dünne feste Rinde, welche einen feurigflüssigen Kern umschloß. In allen diesen Beziehungen wird sich unsere mütterliche Erde nicht wesentlich verschieden von den übrigen Weltkörpern verhalten haben.

Für den Zweck dieser Vorträge hat es weiter kein besonderes Interesse, die „natürliche Schöpfungsgeschichte des Weltalls" mit seinen verschiedenen Sonnensystemen und Planetensystemen im Einzelnen zu verfolgen und durch alle verschiedenen astronomischen und geologischen Beweismittel mathematisch zu begründen. Ich begnüge mich daher mit den eben angeführten Grundzügen derselben und verweise Sie bezüglich des Näheren auf Kant's „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels".[22]) Nur die Bemerkung will ich noch hinzufügen, daß diese bewunderungswürdige Theorie, welche man auch die kosmologische Gastheorie nennen könnte, mit allen uns bis jetzt bekannten allgemeinen Erscheinungsreihen im Einklang, und mit keiner einzigen derselben in unvereinbarem Widerspruch steht. Ferner ist dieselbe rein mechanisch oder monistisch, nimmt ausschließlich die ureigenen Kräfte der ewigen Materie für sich in Anspruch, und schließt jeden übernatürlichen Vorgang, jede zweckmäßige und bewußte Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers vollständig aus. Kant's kosmologische Gastheorie nimmt daher in der Anorganologie, und insbesondere in der Geologie eine ähnliche herrschende Stellung ein, und krönt in ähnlicher Weise unsere Gesammterkenntniß,

wie Lamarck's biologische Descendenztheorie in der ganzen Biologie, und namentlich in der Anthropologie. Beide stützen sich ausschließlich auf mechanische oder bewußtlose Ursachen (Causae efficientes), nirgends auf zweckthätige oder bewußte Ursachen (Causae finales). (Vergl. oben S. 89—92.) Beide erfüllen somit alle Anforderungen einer wissenschaftlichen Theorie und werden daher in allgemeiner Geltung bleiben, bis sie durch bessere ersetzt werden.

Allerdings will ich andererseits nicht verhehlen, daß der großartigen Kosmogenie Kant's einige Schwächen anhaften, welche uns nicht gestatten, ihr dasselbe unbedingte Vertrauen zu schenken, wie Lamarck's Descendenztheorie. Große Schwierigkeiten verschiedener Art hat die Vorstellung des uranfänglichen gasförmigen Chaos, das den ganzen Weltraum erfüllte. Eine größere und ungelöste Schwierigkeit aber liegt darin, daß die kosmologische Gastheorie uns gar keinen Anhaltepunkt liefert für die Erklärung des ersten Anstoßes, der die Rotationsbewegung in dem gaserfüllten Weltraum verursachte. Beim Suchen nach einem solchen Anstoß werden wir unwillkürlich zu der falschen Frage nach dem „ersten Anfang" verführt. Einen ersten Anfang können wir aber für die ewigen Bewegungserscheinungen des Weltalls ebenso wenig denken, als ein schließliches Ende.

Das Weltall ist nach Raum und Zeit unbeschränkt und unermeßlich. Es ist ewig und es ist unendlich. Aber auch für die ununterbrochene und ewige Bewegung, in welcher sich alle Theilchen des Weltalls beständig befinden, können wir uns keinen Anfang und kein Ende denken. Die großen Gesetze von der Erhaltung der Kraft[38]) und von der Erhaltung des Stoffes, die Grundlagen unserer ganzen Naturanschauung, lassen keine andere Vorstellung zu. Die Welt, soweit sie dem Erkenntnißvermögen des Menschen zugänglich ist, erscheint als eine zusammenhängende Kette von materiellen Bewegungserscheinungen, die einen fortwährenden ursächlichen Wechsel der Formen bedingen. Jede Form, als das zeitweilige Resultat einer Summe von Bewegungserscheinungen, ist als solches vergänglich und von beschränkter Dauer. Aber in dem beständigen

Wechsel der Formen bleibt die Materie und die davon untrennbare Kraft ewig und unzerstörbar.

Wenn nun auch Kant's kosmologische Gastheorie nicht im Stande ist, die Entwickelungsgeschichte des ganzen Weltalls in befriedigender Weise über jenen Zustand des gasförmigen Chaos hinaus aufzuklären, und wenn auch außerdem noch mancherlei gewichtige Bedenken, namentlich von chemischer und geologischer Seite her, sich gegen sie aufwerfen lassen, so müssen wir ihr doch anderseits das große Verdienst lassen, den ganzen Bau des unserer Beobachtung zugänglichen Weltgebäudes, die Anatomie der Sonnensysteme und speciell unseres Planetensystems, vortrefflich durch ihre Entwickelungsgeschichte zu erklären. Vielleicht war diese Entwickelung in der That eine ganz andere; vielleicht entstanden die Planeten, und also auch unsere Erde, durch Aggregation aus zahllosen kleinen, im Weltraum zerstreuten Meteoriten? Aber bisher hat noch Niemand eine andere derartige Entwickelungstheorie stichhaltig zu begründen, und etwas Besseres an die Stelle von Kant's Kosmogenie zu setzen vermocht.

Nach diesem allgemeinen Blick auf die monistische Kosmogenie oder die natürliche Entwickelungsgeschichte des Weltalls lassen Sie uns zu einem winzigen Bruchtheil desselben zurückkehren, zu unserer mütterlichen Erde. Wir hatten dieselbe im Zustande einer feurig-flüssigen, an beiden Polen abgeplatteten Kugel verlassen, deren Oberfläche sich durch Abkühlung zu einer ganz dünnen festen Rinde verdichtet hatte. Die erste Erstarrungskruste wird die ganze Oberfläche des Erdsphäroids als eine zusammenhängende, glatte, dünne Schale gleichmäßig überzogen haben. Bald aber wurde dieselbe uneben und höckerig. Indem nämlich bei fortschreitender Abkühlung der feuerflüssige Kern sich mehr und mehr verdichtete und zusammenzog, und so der ganze Erddurchmesser sich verkleinerte, mußte die dünne, starre Rinde, welche der weicheren Kernmasse nicht nachfolgen konnte, über derselben vielfach zusammenbrechen. Es würde zwischen beiden ein leerer Raum entstanden sein, wenn nicht der äußere Atmosphärendruck die zerbrechliche Rinde nach innen hinein gedrückt hätte. Andere Unebenheiten

entſtanden wahrſcheinlich dadurch, daß an verſchiedenen Stellen die abgekühlte Rinde durch den Erſtarrungsprozeß ſelbſt ſich zuſammenzog und Sprünge oder Riſſe bekam. Der feurigflüſſige Kern quoll von Neuem durch dieſe Sprünge hervor und erſtarrte abermals. So entſtanden ſchon frühzeitig mancherlei Erhöhungen und Vertiefungen, welche die erſten Grundlagen der Berge und der Thäler wurden.

Nachdem die Temperatur des abgekühlten Erdballs bis auf einen gewiſſen Grad geſunken war, erfolgte ein ſehr wichtiger neuer Vorgang, nämlich die erſte Entſtehung des Waſſers. Das Waſſer war bisher nur in Dampfform in der den Erdball umgebenden Atmoſphäre vorhanden geweſen. Offenbar konnte das Waſſer ſich erſt zu tropfbar-flüſſigem Zuſtande verdichten, nachdem die Temperatur der Atmoſphäre bedeutend geſunken war. Nun begann die weitere Umbildung der Erdrinde durch die Kraft des Waſſers. Indem daſſelbe beſtändig in Form von Regen niederfiel, hierbei die Erhöhungen der Erdrinde abſpülte, die Vertiefungen durch den abgeſpülten Schlamm ausfüllte, und dieſen ſchichtenweiſe ablagerte, bewirkte es die außerordentlich wichtigen neptuniſchen Umbildungen der Erdrinde, welche ſeitdem ununterbrochen fortdauerten, und auf welche wir im nächſten Vortrage noch einen näheren Blick werfen werden.

Erſt nachdem die Erdrinde ſo weit abgekühlt war, daß das Waſſer ſich zu tropfbarer Form verdichtet hatte, erſt als die bis dahin trockene Erdkruſte zum erſten Male von flüſſigem Waſſer bedeckt wurde, konnte die Entſtehung der erſten Organismen erfolgen. Denn alle Thiere und alle Pflanzen, alle Organismen überhaupt, beſtehen zum großen Theile oder zum größten Theile aus tropfbar-flüſſigem Waſſer, welches mit anderen Materien in eigenthümlicher Weiſe ſich verbindet, und dieſe in den feſtflüſſigen Aggregatzuſtand verſetzt. Wir können alſo aus dieſen allgemeinen Grundzügen der anorganiſchen Erdgeſchichte zunächſt die wichtige Thatſache folgern, daß zu irgend einer beſtimmten Zeit das Leben auf der Erde ſeinen Anfang hatte, daß die irdiſchen Organismen nicht von jeher exiſtirten, ſondern in irgend einem beſtimmten Zeitpunkte zum erſten Mal entſtanden.

Wie haben wir uns nun dieſe Entſtehung der erſten Organismen zu denken? Hier iſt derjenige Punkt, an welchem die meiſten Naturforſcher noch heutzutage geneigt ſind, den Verſuch einer natürlichen Erklärung aufzugeben, und zu dem Wunder einer unbegreiflichen Schöpfung zu flüchten. Mit dieſem Schritte treten ſie, wie ſchon vorher bemerkt wurde, außerhalb des Gebietes der naturwiſſenſchaftlichen Erkenntniß und verzichten auf jede weitere Einſicht in den nothwendigen Zuſammenhang der Naturgeſchichte. Ehe wir muthlos dieſen letzten Schritt thun, ehe wir an der Möglichkeit jeder Erkenntniß dieſes wichtigen Vorgangs verzweifeln, wollen wir wenigſtens einen Verſuch machen, denſelben zu begreifen. Laſſen Sie uns ſehen, ob denn wirklich die Entſtehung eines erſten Organismus aus anorganiſchem Stoffe, die Entſtehung eines lebendigen Körpers aus lebloſer Materie etwas ganz Undenkbares, außerhalb aller bekannten Erfahrung Stehendes ſei? Laſſen Sie uns mit einem Worte die Frage von der Urzeugung oder Archigonie unterſuchen! Vor Allem iſt hierbei erforderlich, ſich die hauptſächlichſten Eigenſchaften der beiden Hauptgruppen von Naturkörpern, der ſogenannten lebloſen oder anorganiſchen und der belebten oder organiſchen Körper klar zu machen, und das Gemeinſame einerſeits, das Unterſcheidende beider Gruppen andrerſeits feſtzuſtellen. Auf dieſe Vergleichung der Organismen und Anorgane müſſen wir hier um ſo mehr eingehen, als ſie gewöhnlich ſehr vernachläſſigt wird, und als ſie doch zu einem richtigen, einheitlichen oder moniſtiſchen Verſtändniß der Geſammtnatur ganz nothwendig iſt. Am zweckmäßigſten wird es hierbei ſein, die drei Grundeigenſchaften jedes Naturkörpers, Stoff, Form und Kraft, geſondert zu betrachten. Beginnen wir zunächſt mit dem Stoff. (Gen. Morph. I, 111.)

Durch die Chemie ſind wir dahin gelangt, ſämmtliche uns bekannte Körper zu zerlegen in eine geringe Anzahl von Elementen oder Grundſtoffen, nicht weiter zerlegbaren Körpern, z. B. Kohlenſtoff, Sauerſtoff, Stickſtoff, Schwefel, ferner die verſchiedenen Metalle: Kalium, Natrium, Eiſen, Gold u. ſ. w. Man zählt jetzt gegen ſiebzig

solcher Elemente oder Grundstoffe. Die Mehrzahl derselben ist ziemlich unwichtig und selten; nur die Minderzahl ist allgemeiner verbreitet und setzt nicht allein die meisten Anorgane, sondern auch sämmtliche Organismen zusammen. Vergleichen wir nun diejenigen Elemente, welche den Körper der Organismen aufbauen, mit denjenigen, welche in den Anorganen sich finden, so haben wir zunächst die höchst wichtige Thatsache hervorzuheben, daß im Thier- und Pflanzenkörper kein Grundstoff vorkommt, der nicht auch außerhalb desselben in der leblosen Natur zu finden wäre. Es giebt keine besonderen organischen Elemente oder Grundstoffe.

Die chemischen und physikalischen Unterschiede, welche zwischen den Organismen und den Anorganen existiren, haben also ihren materiellen Grund nicht in einer verschiedenen Natur der sie zusammensetzenden Grundstoffe, sondern in der verschiedenen Art und Weise, in welcher die letzteren zu chemischen Verbindungen zusammengesetzt sind. Diese verschiedene Verbindungsweise bedingt zunächst gewisse physikalische Eigenthümlichkeiten, insbesondere in der Dichtigkeit der Materie, welche auf den ersten Blick eine tiefe Kluft zwischen beiden Körpergruppen zu begründen scheinen. Die geformten anorganischen oder leblosen Naturkörper, die Krystalle und die amorphen Gesteine, befinden sich in einem Dichtigkeitszustande, den wir den festen nennen, und den wir entgegensetzen dem tropfbar-flüssigen Dichtigkeitszustande des Wassers und dem gasförmigen Dichtigkeitszustande der Luft. Es ist Ihnen bekannt, daß diese drei verschiedenen Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzustände der Anorgane durchaus nicht den verschiedenen Elementen eigenthümlich, sondern die Folgen eines bestimmten Temperaturgrades sind. Jeder anorganische feste Körper kann durch Erhöhung der Temperatur zunächst in den tropfbar-flüssigen oder geschmolzenen, und durch weitere Erhitzung in den gasförmigen oder elastisch-flüssigen Zustand versetzt werden. Ebenso kann jeder gasförmige Körper durch gehörige Erniedrigung der Temperatur zunächst in den tropfbar-flüssigen und weiterhin in den festen Dichtigkeitszustand übergeführt werden.

Im Gegensatze zu diesen drei Dichtigkeitszuständen der Anorgane befindet sich der lebendige Körper aller Organismen, Thiere sowohl als Pflanzen, in einem ganz eigenthümlichen, vierten Aggregatzustande. Dieser ist weder fest, wie Gestein, noch tropfbar-flüssig, wie Wasser, vielmehr hält er zwischen diesen beiden Zuständen die Mitte, und kann daher als der fest-flüssige oder gequollene Aggregatzustand bezeichnet werden. In allen lebenden Körpern ohne Ausnahme ist eine gewisse Menge Wasser mit fester Materie in ganz eigenthümlicher Art und Weise verbunden, und eben durch diese charakteristische Verbindung des Wassers mit der organischen Materie entsteht jener weiche, weder feste noch flüssige, Aggregatzustand, welcher für die mechanische Erklärung der Lebenserscheinungen von der größten Bedeutung ist. Die Ursache desselben liegt wesentlich in den physikalischen und chemischen Eigenschaften eines einzigen unzerlegbaren Grundstoffs, des Kohlenstoffs. (Gen. Morph. I, 122—130.)

Von allen Elementen ist der Kohlenstoff für uns bei weitem das wichtigste und interessanteste, weil bei allen uns bekannten Thier- und Pflanzenkörpern dieser Grundstoff die größte Rolle spielt. Er ist dasjenige Element, welches durch seine eigenthümliche Neigung zur Bildung verwickelter Verbindungen mit den anderen Elementen die größte Mannichfaltigkeit in der chemischen Zusammensetzung, und daher auch in den Formen und Lebenseigenschaften der Thier- und Pflanzenkörper hervorruft. Der Kohlenstoff zeichnet sich ganz besonders dadurch aus, daß er sich mit den andern Elementen in unendlich mannichfaltigen Zahlen- und Gewichtsverhältnissen verbinden kann. Es entstehen zunächst durch Verbindung des Kohlenstoffs mit drei andern Elementen, dem Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff (zu denen sich meist auch noch Schwefel und häufig Phosphor gesellt), jene äußerst wichtigen Verbindungen, welche wir als das erste und unentbehrlichste Substrat aller Lebenserscheinungen kennen gelernt haben, die eiweißartigen Verbindungen oder Albuminkörper (Proteïnstoffe). Schon früher (S. 164) haben wir in den Moneren Organismen der allereinfachsten Art kennen gelernt, deren ganzer Körper in voll-

kommen ausgebildetem Zustande aus weiter Nichts besteht, als aus einem festflüssigen eiweißartigen Klümpchen; Organismen, welche für die Lehre von der ersten Entstehung des Lebens von der allergrößten Bedeutung sind. Aber auch die meisten übrigen Organismen sind zu einer gewissen Zeit ihrer Existenz, wenigstens in der ersten Zeit ihres Lebens, als Eizellen oder Keimzellen, im Wesentlichen weiter Nichts als einfache Klümpchen eines solchen eiweißartigen Bildungsstoffes, des Plasma oder Protoplasma. Sie sind dann von den Moneren nur dadurch verschieden, daß im Innern des eiweißartigen Körperchens sich der Zellenkern (Nucleus) von dem umgebenden Zellstoff (Protoplasma) gesondert hat. Wie wir schon früher zeigten, sind Zellen von ganz einfacher Beschaffenheit die Staatsbürger, welche durch ihr Zusammenwirken und ihre Sonderung den Körper auch der vollkommensten Organismen, einen republikanischen Zellenstaat, aufbauen (S. 269). Die entwickelten Formen und Lebenserscheinungen des letzteren werden lediglich durch die Thätigkeit jener eiweißartigen Körperchen zu Stande gebracht.

Es darf als einer der größten Triumphe der neueren Biologie, insbesondere der Gewebelehre, angesehen werden, daß wir jetzt im Stande sind, das Wunder der Lebenserscheinungen auf diese Stoffe zurückzuführen, daß wir die unendlich mannichfaltigen und verwickelten physikalischen und chemischen Eigenschaften der Eiweißkörper als die eigentliche Ursache der organischen oder Lebenserscheinungen nachgewiesen haben. Alle verschiedenen Formen der Organismen sind zunächst und unmittelbar das Resultat der Zusammensetzung aus verschiedenen Formen von Zellen. Die unendlich mannichfaltigen Verschiedenheiten in der Form, Größe und Zusammensetzung der Zellen sind aber erst allmählich durch die Arbeitstheilung und Vervollkommnung der einfachen gleichartigen Plasmaklümpchen entstanden, welche ursprünglich allein den Zellenleib bildeten. Daraus folgt mit Nothwendigkeit, daß auch die Grunderscheinungen des organischen Lebens, Ernährung und Fortpflanzung, ebenso in ihren höchst zusammengesetzten wie in ihren ein-

fachsten Aeußerungen, auf die materielle Beschaffenheit jenes eiweißartigen Bildungsstoffes, des Plasma, zurückzuführen sind. Aus jenen beiden haben sich die übrigen Lebensthätigkeiten erst allmählich hervorgebildet. So hat denn gegenwärtig die allgemeine Erklärung des Lebens für uns nicht mehr Schwierigkeit, als die Erklärung der physikalischen Eigenschaften der anorganischen Körper. Alle Lebenserscheinungen und Gestaltungsprozesse der Organismen sind ebenso unmittelbar durch die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Kräfte der organischen Materie bedingt, wie die Lebenserscheinungen der anorganischen Krystalle, d. h. die Vorgänge ihres Wachsthums und ihrer specifischen Formbildung, die unmittelbaren Folgen ihrer chemischen Zusammensetzung und ihres physikalischen Zustandes sind. Die letzten Ursachen bleiben uns freilich in beiden Fällen gleich verborgen. Wenn Gold und Kupfer im tesseralen, Wismuth und Antimon im hexagonalen, Jod und Schwefel im rhombischen Krystallsystem krystallisiren, so ist uns dies im Grunde nicht mehr und nicht weniger räthselhaft, als jeder elementare Vorgang der organischen Formbildung, jede Selbstgestaltung der organischen Zelle. Auch in dieser Beziehung können wir gegenwärtig den fundamentalen Unterschied zwischen Organismen und anorganischen Körpern nicht mehr festhalten, von welchem man früher allgemein überzeugt war.

Betrachten wir zweitens die Uebereinstimmungen und Unterschiede, welche die Formbildung der organischen und anorganischen Naturkörper uns darbietet (Gen. Morph. I, S. 130). Als Hauptunterschied in dieser Beziehung sah man früher die einfache Struktur der letzteren, den zusammengesetzten Bau der ersteren an. Der Körper aller Organismen sollte aus ungleichartigen oder heterogenen Theilen zusammengesetzt sein, aus Werkzeugen oder Organen, welche zum Zweck des Lebens zusammenwirken. Dagegen sollten auch die vollkommensten Anorgane, die Krystalle, durch und durch aus gleichartiger oder homogener Materie bestehen. Dieser Unterschied erscheint sehr wesentlich. Allein er verliert alle Bedeutung dadurch, daß wir in den letzten Jahren die höchst merkwürdigen und wichtigen Moneren ken-

nen gelernt haben[15]). (Vergl. oben S. 164—167). Der ganze Körper dieser einfachsten von allen Organismen, ein fest-flüssiges, formloses und strukturloses Eiweißklümpchen, besteht in der That nur aus einer einzigen chemischen Verbindung, und ist ebenso vollkommen einfach in seiner Struktur, wie jeder Krystall, der aus einer einzigen organischen Verbindung, z. B. einem Metallsalze, oder einer sehr zusammengesetzten Kieselerde-Verbindung besteht.

Ebenso wie in der inneren Struktur oder Zusammensetzung, hat man auch in der äußeren Form durchgreifende Unterschiede zwischen den Organismen und Anorganen finden wollen, insbesondere in der mathematisch bestimmbaren Krystallform der letzteren. Allerdings ist die Krystallisation vorzugsweise eine Eigenschaft der sogenannten Anorgane. Die Krystalle werden begrenzt von ebenen Flächen, welche in geraden Linien und unter bestimmten meßbaren Winkeln zusammenstoßen. Die Thier- und Pflanzenwelt dagegen scheint auf den ersten Blick keine derartige geometrische Bestimmung zuzulassen. Sie ist meistens von gebogenen Flächen und krummen Linien begrenzt, welche unter veränderlichen Winkeln zusammenstoßen. Allein wir haben in neuerer Zeit in den Radiolarien[23]) und in vielen anderen Protisten eine große Anzahl von niederen Organismen kennen gelernt, bei denen der Körper in gleicher Weise, wie bei den Krystallen, auf eine mathematisch bestimmbare Grundform sich zurückführen läßt, bei denen die Gestalt im Ganzen wie im Einzelnen durch geometrisch bestimmbare Flächen, Kanten und Winkel begrenzt wird. In meiner allgemeinen Grundformenlehre oder Promorphologie habe ich hierfür die ausführlichen Beweise geliefert, und zugleich ein allgemeines Formensystem aufgestellt, dessen ideale stereometrische Grundformen eben so gut die realen Formen der anorganischen Krystalle wie der organischen Individuen erklären (Gen. Morph. I, 375—574). Außerdem giebt es übrigens auch vollkommen amorphe Organismen, wie die Moneren, Amöben u. s. w., welche jeden Augenblick ihre Gestalt wechseln, und bei denen man ebenso wenig eine bestimmte Grundform nachweisen kann, als es bei den formlosen oder

amorphen Anorganen, bei den nicht kryſtalliſirten Geſteinen, Niederſchlägen u. ſ. w. der Fall iſt. Wir ſind alſo nicht im Stande, irgend einen prinzipiellen Unterſchied in der äußeren Form oder in der inneren Struktur der Anorgane und Organismen aufzufinden.

Wenden wir uns drittens an die *Kräfte* oder an die *Bewegungserſcheinungen* dieſer beiden verſchiedenen Körpergruppen (Gen. Morph. I, 140). Hier ſtoßen wir auf die größten Schwierigkeiten. Die Lebenserſcheinungen, wie ſie die meiſten Menſchen nur von hoch ausgebildeten Organismen, von vollkommneren Thieren und Pflanzen kennen, erſcheinen ſo räthſelhaft, ſo wunderbar, ſo eigenthümlich, daß die Meiſten der beſtimmten Anſicht ſind, in der anorganiſchen Natur komme gar nichts Aehnliches oder nur entfernt damit Vergleichbares vor. Man nennt ja eben deshalb die Organismen belebte und die Anorgane lebloſe Naturkörper. Daher erhielt ſich bis in unſer Jahrhundert hinein, ſelbſt in der Wiſſenſchaft, die ſich mit der Erforſchung der Lebenserſcheinungen beſchäftigt, in der Phyſiologie, die irrthümliche Anſicht, daß die phyſikaliſchen und chemiſchen Eigenſchaften der Materie nicht zur Erklärung der Lebenserſcheinungen ausreichten. Heutzutage, namentlich ſeit dem letzten Jahrzehnt, darf dieſe Anſicht als völlig überwunden angeſehen werden. In der Phyſiologie wenigſtens hat ſie nirgends mehr eine Stätte. Es fällt heutzutage keinem Phyſiologen mehr ein, irgend welche Lebenserſcheinungen als das Reſultat einer wunderbaren *Lebenskraft* aufzufaſſen, einer beſonderen zweckmäßig thätigen Kraft, welche außerhalb der Materie ſteht, und welche die phyſikaliſch-chemiſchen Kräfte gewiſſermaßen nur in ihren Dienſt nimmt. Die heutige Phyſiologie iſt zu der ſtreng moniſtiſchen Ueberzeugung gelangt, daß ſämmtliche Lebenserſcheinungen, und vor allen die beiden Grunderſcheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, rein phyſikaliſch-chemiſche Vorgänge, und ebenſo unmittelbar von der materiellen Beſchaffenheit des Organismus abhängig ſind, wie alle phyſikaliſchen und chemiſchen Eigenſchaften oder Kräfte eines jeden Kryſtalles lediglich durch ſeine materielle Zuſammenſetzung bedingt werden. Da nun derjenige Grundſtoff, welcher

die eigenthümliche materielle Zusammensetzung der Organismen bedingt, der Kohlenstoff ist, so müssen wir alle Lebenserscheinungen, und vor allen die beiden Grunderscheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, in letzter Linie auf die Eigenschaften des Kohlenstoffs zurückführen. Lediglich die eigenthümlichen, chemisch-physikalischen Eigenschaften des Kohlenstoffs, und namentlich der festflüssige Aggregatzustand und die leichte Zersetzbarkeit der höchst zusammengesetzten eiweißartigen Kohlenstoffverbindungen, sind die mechanischen Ursachen jener eigenthümlichen Bewegungserscheinungen, durch welche sich die Organismen von den Anorganen unterscheiden, und die man im engeren Sinne das „Leben" zu nennen pflegt.

Um diese „Kohlenstofftheorie", welche ich im zweiten Buche meiner generellen Morphologie ausführlich begründet habe, richtig zu würdigen, ist es vor Allem nöthig, diejenigen Bewegungserscheinungen scharf in's Auge zu fassen, welche beiden Gruppen von Naturkörpern gemeinsam sind. Unter diesen steht obenan das Wachsthum. Wenn Sie irgend eine anorganische Salzlösung langsam verdampfen lassen, so bilden sich darin Salzkrystalle, welche bei weiter gehender Verdunstung des Wassers langsam an Größe zunehmen. Dieses Wachsthum erfolgt dadurch, daß immer neue Theilchen aus dem flüssigen Aggregatzustande in den festen übergehen und sich an den bereits gebildeten festen Krystallkern nach bestimmten Gesetzen anlagern. Durch solche Anlagerung oder Apposition der Theilchen entstehen die mathematisch bestimmten Krystallformen. Ebenso durch Aufnahme neuer Theilchen geschieht auch das Wachsthum der Organismen. Der Unterschied ist nur der, daß beim Wachsthum der Organismen in Folge ihres festflüssigen Aggregatzustandes die neu aufgenommenen Theilchen in's Innere des Organismus vorrücken (Intussusception), während die Anorgane nur durch Apposition, durch Ansatz neuer, gleichartiger Materie von außen her zunehmen. Indeß ist dieser wichtige Unterschied des Wachsthums durch Intussusception

und durch Apposition augenscheinlich nur die nothwendige und unmittelbare Folge des verschiedenen Dichtigkeitszustandes oder Aggregatzustandes der Organismen und der Anorgane.

Ich kann hier an dieser Stelle leider nicht näher die mancherlei höchst interessanten Parallelen und Analogien verfolgen, welche sich zwischen der Bildung der vollkommensten Anorgane, der Krystalle, und der Bildung der einfachsten Organismen, der Moneren und der nächst verwandten Formen, vorfinden. Ich muß Sie in dieser Beziehung auf die eingehende Vergleichung der Organismen und der Anorgane verweisen, welche ich im fünften Kapitel meiner generellen Morphologie durchgeführt habe (Gen. Morph. I, 111—166). Dort habe ich ausführlich bewiesen, daß durchgreifende Unterschiede zwischen den organischen und anorganischen Naturkörpern weder in Bezug auf Form und Struktur, noch in Bezug auf Stoff und Kraft existiren, daß die wirklich vorhandenen Unterschiede von der eigenthümlichen Natur des Kohlenstoffs abhängen, und daß keine unübersteigliche Kluft zwischen organischer und anorganischer Natur existirt. Besonders einleuchtend erkennen Sie diese höchst wichtige Thatsache, wenn Sie die Entstehung der Formen bei den Krystallen und bei den einfachsten organischen Individuen vergleichend untersuchen. Auch bei der Bildung der Krystallindividuen treten zweierlei verschiedene, einander entgegenwirkende Bildungstriebe in Wirksamkeit. Die innere Gestaltungskraft oder der innere Bildungstrieb, welcher der Erblichkeit der Organismen entspricht, ist bei dem Krystalle der unmittelbare Ausfluß seiner materiellen Constitution oder seiner chemischen Zusammensetzung. Die Form des Krystalles, soweit sie durch diesen inneren, ureigenen Bildungstrieb bestimmt wird, ist das Resultat der specifisch bestimmten Art und Weise, in welcher sich die kleinsten Theilchen der krystallisirenden Materie nach verschiedenen Richtungen hin gesetzmäßig an einander lagern. Jener selbstständigen inneren Bildungskraft, welche der Materie selbst unmittelbar anhaftet, wirkt eine zweite formbildende Kraft geradezu entgegen. Diese äußere Gestal-

tungskraft oder den äußeren Bildungstrieb können wir bei den Kryſtallen ebenſo gut wie bei den Organismen als Anpaſſung bezeichnen. Jedes Kryſtallindividuum muß ſich während ſeiner Entſtehung ganz ebenſo wie jedes organiſche Individuum den umgebenden Einflüſſen und Exiſtenzbedingungen der Außenwelt unterwerfen und anpaſſen. In der That iſt die Form und Größe eines jeden Kryſtalles abhängig von ſeiner geſammten Umgebung, z. B. von dem Gefäß, in welchem die Kryſtalliſation ſtattfindet, von der Temperatur und von dem Luftdruck, unter welchem der Kryſtall ſich bildet, von der Anweſenheit oder Abweſenheit ungleichartiger Körper u. ſ. w. Die Form jedes einzelnen Kryſtalles iſt daher ebenſo wie die Form jedes einzelnen Organismus das Reſultat der Gegenwirkung zweier einander gegenüber ſtehender Faktoren, des inneren Bildungstriebes, der durch die chemiſche Konſtitution der eigenen Materie gegeben iſt, und des äußeren Bildungstriebes, welcher durch die Einwirkung der umgebenden Materie bedingt iſt. Beide in Wechſelwirkung ſtehende Geſtaltungskräfte ſind im Organismus ebenſo wie im Kryſtall rein mechaniſcher Natur, unmittelbar an dem Stoffe des Körpers haftend. Wenn man das Wachsthum und die Geſtaltung der Organismen als einen Lebensprozeß bezeichnet, ſo kann man daſſelbe eben ſo gut von dem ſich bildenden Kryſtall behaupten. Die teleologiſche Naturbetrachtung, welche in den organiſchen Formen zweckmäßig eingerichtete Schöpfungsmaſchinen erblickt, muß folgerichtiger Weiſe dieſelben auch in den Kryſtallformen anerkennen. Die Unterſchiede, welche ſich zwiſchen den einfachſten organiſchen Individuen und den anorganiſchen Kryſtallen vorfinden, ſind durch den feſten Aggregatzuſtand der letzteren, durch den feſtflüſſigen Zuſtand der erſteren bedingt. Im Uebrigen ſind die bewirkenden Urſachen der Form in beiden vollſtändig dieſelben. Ganz beſonders klar drängt ſich Ihnen dieſe Ueberzeugung auf, wenn Sie die höchſt merkwürdigen Erſcheinungen von dem Wachsthum, der Anpaſſung und der „Wechſelbeziehung oder Correlation der Theile“ bei den entſtehenden Kryſtallen mit den entſprechenden Erſcheinungen bei der Entſtehung

der einfachſten organiſchen Individuen (Moneren und Zellen) vergleichen. Die Analogie zwiſchen Beiden iſt ſo groß, daß wirklich keine ſcharfe Grenze zu ziehen iſt. In meiner generellen Morphologie habe ich hierfür eine Anzahl von ſchlagenden Thatſachen angeführt (Gen. Morph. I, 146, 156, 158).

Wenn Sie dieſe „Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur", dieſe weſentliche Uebereinſtimmung der Organismen und Anorgane in Stoff, Form und Kraft, ſich lebhaft vor Augen halten, wenn Sie ſich erinnern, daß wir nicht im Stande ſind, irgend welche fundamentalen Unterſchiede zwiſchen dieſen beiderlei Körpergruppen feſtzuſtellen (wie ſie früherhin allgemein angenommen wurden), ſo verliert die Frage von der Urzeugung ſehr viel von der Schwierigkeit, welche ſie auf den erſten Blick zu haben ſcheint. Es wird uns dann die Entwickelung des erſten Organismus aus anorganiſcher Materie als ein viel leichter denkbarer und verſtändlicher Prozeß erſcheinen, als es bisher der Fall war, wo man jene künſtliche abſolute Scheidewand zwiſchen organiſcher oder belebter und anorganiſcher oder lebloſer Natur aufrecht erhielt.

Bei der Frage von der Urzeugung oder Archigonie, die wir jetzt beſtimmter beantworten können, erinnern Sie ſich zunächſt daran, daß wir unter dieſem Begriff ganz allgemein die elternloſe Zeugung eines organiſchen Individuums, die Entſtehung eines Organismus unabhängig von einem elterlichen oder zeugenden Organismus verſtehen. In dieſem Sinne haben wir früher die Urzeugung (Archigonia) der Elternzeugung oder Fortpflanzung (Tocogonia) entgegengeſetzt (S. 164). Bei der letzteren entſteht das organiſche Individuum dadurch, daß ein größerer oder geringerer Theil von einem bereits beſtehenden Organismus ſich ablöſt und ſelbſtſtändig weiter wächſt (Gen. Morph. II, 32).

Von der Urzeugung, welche man auch oft als freiwillige oder urſprüngliche Zeugung bezeichnet (Generatio spontanea, aequivoca, primaria etc.), müſſen wir zunächſt zwei weſentlich verſchiedene Arten unterſcheiden, nämlich die Autogonie und die Plasmogonie.

Unter Autogonie verstehen wir die Entstehung eines einfachsten organischen Individuums in einer anorganischen Bildungsflüssigkeit, d. h. in einer Flüssigkeit, welche die zur Zusammensetzung des Organismus erforderlichen Grundstoffe in einfachen und beständigen Verbindungen gelöst enthält (z. B. Kohlensäure, Ammoniak, binäre Salze u. s. w.); Plasmogonie dagegen nennen wir die Urzeugung dann, wenn der Organismus in einer organischen Bildungsflüssigkeit entsteht, d. h. in einer Flüssigkeit, welche jene erforderlichen Grundstoffe in Form von verwickelten und lockeren Kohlenstoffverbindungen gelöst enthält (z. B. Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten ꝛc.) (Gen. Morph. I, 174; II, 33).

Der Vorgang der Autogonie sowohl als der Plasmogonie ist bis jetzt noch nicht direkt mit voller Sicherheit beobachtet. In älterer und neuerer Zeit hat man über die Möglichkeit oder Wirklichkeit der Urzeugung sehr zahlreiche und zum Theil auch interessante Versuche angestellt. Allein diese Experimente beziehen sich fast sämmtlich nicht auf die Autogonie, sondern auf die Plasmogonie, auf die Entstehung eines Organismus aus bereits gebildeter organischer Materie. Offenbar hat aber für unsere Schöpfungsgeschichte dieser letztere Vorgang nur ein untergeordnetes Interesse. Es kommt für uns vielmehr darauf an, die Frage zu lösen: „Giebt es eine Autogonie? Ist es möglich, daß ein Organismus nicht aus vorgebildeter organischer, sondern aus rein anorganischer Materie entsteht?“ Daher können wir hier auch ruhig alle jene zahlreichen Experimente, welche sich nur auf die Plasmogonie beziehen, und in dem letzten Jahrzehnt mit besonderem Eifer betrieben worden sind, bei Seite lassen; zumals sie meist ein negatives Resultat hatten. Angenommen auch, es würde dadurch die Wirklichkeit der Plasmogonie streng bewiesen, so wäre damit noch nicht die Autogonie erklärt.

Die Versuche über Autogonie haben bis jetzt ebenfalls kein sicheres positives Resultat geliefert. Jedoch müssen wir uns von vorn herein auf das bestimmteste dagegen verwahren, daß durch diese Experimente die Unmöglichkeit der Urzeugung überhaupt nachgewiesen

sei. Die allermeisten Naturforscher, welche bestrebt waren, diese Frage experimentell zu entscheiden, und welche bei Anwendung aller möglichen Vorsichtsmaßregeln unter ganz bestimmten Verhältnissen keine Organismen entstehen sahen, stellten auf Grund dieser negativen Resultate sofort die Behauptung auf: „Es ist überhaupt unmöglich, daß Organismen von selbst, ohne elterliche Zeugung, entstehen.“ Diese leichtfertige und unüberlegte Behauptung stützen sie einfach und allein auf das negative Resultat ihrer Experimente, welche doch weiter Nichts beweisen konnten, als daß unter diesen oder jenen, höchst künstlichen Verhältnissen, wie sie durch die Experimentatoren geschaffen wurden, kein Organismus sich bildete. Man kann auf keinen Fall aus jenen Versuchen, welche meistens unter den unnatürlichsten Bedingungen in höchst künstlicher Weise angestellt wurden, den Schluß ziehen, daß die Urzeugung überhaupt unmöglich sei. Die Unmöglichkeit eines solchen Vorganges kann überhaupt niemals bewiesen werden. Denn wie können wir wissen, daß in jener ältesten unvordenklichen Urzeit nicht ganz andere Bedingungen, als gegenwärtig, existirten, welche eine Urzeugung ermöglichten? Ja, wir können sogar mit voller Sicherheit positiv behaupten, daß die allgemeinen Lebensbedingungen der Primordialzeit gänzlich von denen der Gegenwart verschieden gewesen sein müssen. Denken Sie allein an die Thatsache, daß die ungeheuren Massen von Kohlenstoff, welche wir gegenwärtig in den primären Steinkohlengebirgen abgelagert finden, erst durch die Thätigkeit des Pflanzenlebens in feste Form gebracht, und die mächtig zusammengepreßten und verdichteten Ueberreste von zahllosen Pflanzenleichen sind, die sich im Laufe vieler Millionen Jahre anhäuften. Allein zu der Zeit, als auf der abgekühlten Erdrinde nach der Entstehung des tropfbar-flüssigen Wassers zum ersten Male Organismen durch Urzeugung sich bildeten, waren jene unermeßlichen Kohlenstoffquantitäten in ganz anderer Form vorhanden, wahrscheinlich größtentheils in Form von Kohlensäure in der Atmosphäre vertheilt. Die ganze Zusammensetzung der Atmosphäre war also außerordentlich von der jetzigen verschieden. Ferner waren, wie sich aus chemischen, phy-

fikalischen und geologischen Gründen schließen läßt, der Dichtigkeitszustand und die elektrischen Verhältnisse der Atmosphäre ganz andere. Ebenso war auch jedenfalls die chemische und physikalische Beschaffenheit des Urmeeres, welches damals als eine ununterbrochene Wasserhülle die ganze Erdoberfläche im Zusammenhang bedeckte, ganz eigenthümlich. Temperatur, Dichtigkeit, Salzgehalt u. s. w. müssen sehr von denen der jetzigen Meere verschieden gewesen sein. Es bleibt also auf jeden Fall für uns, wenn wir auch sonst Nichts weiter davon wissen, die Annahme wenigstens nicht bestreitbar, daß zu jener Zeit unter ganz anderen Bedingungen eine Urzeugung möglich gewesen sei, die heutzutage vielleicht nicht mehr möglich ist.

Nun kommt aber dazu, daß durch die neueren Fortschritte der Chemie und Physiologie das Räthselhafte und Wunderbare, das zunächst der viel bestrittene und doch nothwendige Vorgang der Urzeugung an sich zu haben scheint, größtentheils oder eigentlich ganz zerstört worden ist. Es ist noch nicht fünfzig Jahre her, daß sämmtliche Chemiker behaupteten, wir seien nicht im Stande, irgend eine zusammengesetzte Kohlenstoffverbindung oder eine sogenannte „organische Verbindung" künstlich in unseren Laboratorien herzustellen. Nur die mystische „Lebenskraft" sollte diese Verbindungen zu Stande bringen können. Als daher 1828 Wöhler in Göttingen zum ersten Male dieses Dogma thatsächlich widerlegte, und auf künstlichem Wege aus rein anorganischen Körpern (Cyan- und Ammoniakverbindungen) den rein „organischen" Harnstoff darstellte, war man im höchsten Grade erstaunt und überrascht. In der neueren Zeit ist es nun durch die Fortschritte der synthetischen Chemie gelungen, derartige „organische" Kohlenstoffverbindungen rein künstlich in großer Mannichfaltigkeit in unseren Laboratorien aus anorganischen Substanzen herzustellen, z. B. Alkohol, Essigsäure, Ameisensäure u. s. w. Selbst viele höchst verwickelte Kohlenstoffverbindungen werden jetzt künstlich zusammengesetzt, so daß alle Aussicht vorhanden ist, auch die am meisten zusammengesetzten und zugleich die wichtigsten von allen, die Eiweißverbindungen oder Plasmakörper, früher oder später künstlich in unseren chemischen Werkstätten

zu erzeugen. Dadurch ist aber die tiefe Kluft zwischen organischen und anorganischen Körpern, die man früher allgemein festhielt, größtentheils oder eigentlich ganz beseitigt, und für die Vorstellung der Urzeugung der Weg gebahnt.

Von noch größerer, ja von der allergrößten Wichtigkeit für die Hypothese der Urzeugung sind endlich die höchst merkwürdigen Moneren, jene schon vorher mehrfach erwähnten Lebewesen, welche nicht nur die einfachsten beobachteten, sondern auch überhaupt die denkbar einfachsten von allen Organismen sind [15]). Schon früher, als wir die einfachsten Erscheinungen der Fortpflanzung und Vererbung untersuchten, habe ich Ihnen diese wunderbaren „Organismen ohne Organe" beschrieben. Wir kennen jetzt schon acht verschiedene Gattungen solcher Moneren, von denen einige im süßen Wasser, andere im Meere leben (vergl. oben S. 164—167, sowie Taf. I und deren Erklärung im Anhang, S. 663). In vollkommen ausgebildetem und frei beweglichem Zustande stellen sie sämmtlich weiter Nichts dar, als ein strukturloses Klümpchen einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung. Nur durch die Art der Fortpflanzung und Entwickelung, sowie der Nahrungsaufnahme, sind die einzelnen Gattungen und Arten ein wenig verschieden. Durch die Entdeckung dieser Organismen, die von der allergrößten Bedeutung ist, verliert die Annahme einer Urzeugung den größten Theil ihrer Schwierigkeiten. Denn da denselben noch jede Organisation, jeder Unterschied ungleichartiger Theile fehlt, da alle Lebenserscheinungen von einer und derselben gleichartigen und formlosen Materie vollzogen werden, so können wir uns ihre Entstehung durch Urzeugung sehr wohl denken. Geschieht dieselbe durch Plasmagonie, ist bereits lebensfähiges Plasma vorhanden, so braucht dasselbe bloß sich zu individualisiren, in gleicher Weise, wie bei der Krystallbildung sich die Mutterlauge der Krystalle individualisirt. Geschieht dagegen die Urzeugung der Moneren durch wahre Autogonie, so ist dazu noch erforderlich, daß vorher jenes lebensfähige Plasma, jener Urschleim, aus einfacheren Kohlenstoffverbindungen sich bildet. Da wir jetzt im Stande sind, in unseren

chemischen Laboratorien ähnliche zusammengesetzte Kohlenstoffverbindungen künstlich herzustellen, so liegt durchaus kein Grund für die Annahme vor, daß nicht auch in der freien Natur sich Verhältnisse finden, unter denen ähnliche Verbindungen entstehen können. Sobald man früherhin die Vorstellung der Urzeugung zu fassen suchte, scheiterte man sofort an der organischen Zusammensetzung auch der einfachsten Organismen, welche man damals kannte. Erst seitdem wir mit den höchst wichtigen Moneren bekannt geworden sind, erst seitdem wir in ihnen Organismen kennen gelernt haben, welche gar nicht aus Organen zusammengesetzt sind, welche bloß aus einer einzigen chemischen Verbindung bestehen, und dennoch wachsen, sich ernähren und fortpflanzen, ist jene Hauptschwierigkeit gelöst, und die Hypothese der Urzeugung hat dadurch denjenigen Grad von Wahrscheinlichkeit gewonnen, welcher sie berechtigt, die Lücke zwischen Kant's Kosmogenie und Lamarck's Descendenztheorie auszufüllen. Es giebt sogar schon unter den bis jetzt bekannten Moneren eine Art, die vielleicht noch heutzutage beständig durch Urzeugung entsteht. Das ist der wunderbare, von Huxley entdeckte und beschriebene Bathybius Haeckelii. Wie ich schon früher erwähnte (S. 165), findet sich dieses Moner in den größten Tiefen des Meeres, zwischen 12,000 und 24,000 Fuß, wo es den Boden theils in Form von netzförmigen Plasmasträngen und Geflechten, theils in Form von unregelmäßigen größeren und kleineren Plasmaklumpen überzieht.

Nur solche homogene, noch gar nicht differenzirte Organismen, welche in ihrer gleichartigen Zusammensetzung aus einerlei Theilchen den anorganischen Krystallen gleichstehen, konnten durch Urzeugung entstehen, und konnten die Ureltern aller übrigen Organismen werden. Bei der weiteren Entwickelung derselben haben wir als den wichtigsten Vorgang zunächst die Bildung eines Kernes (Nucleus) in dem strukturlosen Eiweißklümpchen anzusehen. Diese können wir uns rein physikalisch als Verdichtung der innersten, centralen Eiweißtheilchen vorstellen. Die dichtere centrale Masse, welche anfangs allmählich in das peripherische Plasma überging, sonderte sich später ganz von

dieſem ab und bildete ſo ein ſelbſtſtändiges rundes Eiweißkörperchen, den Kern. Durch dieſen Vorgang iſt aber bereits aus dem Moner eine Zelle geworden. Daß nun die weitere Entwickelung aller übrigen Organismen aus einer ſolchen Zelle keine Schwierigkeit hat, muß Ihnen aus den bisherigen Vorträgen klar geworden ſein. Denn jedes Thier und jede Pflanze iſt im Beginn ihres individuellen Lebens eine einfache Zelle. Der Menſch ſo gut wie jedes andere Thier iſt anfangs weiter Nichts, als eine einfache Eizelle, ein einziges Schleimklümpchen, worin ſich ein Kern befindet (S. 170, Fig. 3).

Ebenſo wie der Kern der organiſchen Zellen durch Sonderung aus der inneren oder centralen Maſſe der urſprünglich gleichartigen Plasmaklümpchen entſtand, ſo bildete ſich die erſte Zellhaut oder Membran an deren Oberfläche. Auch dieſen einfachen, aber höchſt wichtigen Vorgang können wir, wie ſchon oben bemerkt, einfach phyſikaliſch erklären, entweder durch einen chemiſchen Niederſchlag oder eine phyſikaliſche Verdichtung in der oberflächlichſten Rindenſchicht, oder durch eine Ausſcheidung. Eine der erſten Anpaſſungsthätigkeiten, welche die durch Urzeugung entſtandenen Moneren ausübten, wird die Verdichtung einer äußeren Rindenſchicht geweſen ſein, welche als ſchützende Hülle das weichere Innere gegen die angreifenden Einflüſſe der Außenwelt abſchloß. War aber erſt durch Verdichtung der homogenen Moneren im Inneren ein Zellkern, an der Oberfläche eine Zellhaut entſtanden, ſo waren damit alle die fundamentalen Formen der Bauſteine gegeben, aus denen durch unendlich mannichfaltige Zuſammenſetzung ſich erfahrungsgemäß der Körper ſämmtlicher höheren Organismen aufbaut.

Wie ſchon früher erwähnt wurde, beruht unſer ganzes Verſtändniß des Organismus weſentlich auf der von Schleiden und Schwann vor dreißig Jahren aufgeſtellten Zellentheorie. Danach iſt jeder Organismus entweder eine einfache Zelle oder eine Gemeinde, ein Staat von eng verbundenen Zellen. Die geſammten Formen und Lebenserſcheinungen eines jeden Organismus ſind das Geſammtreſultat der Formen und Lebenserſcheinungen aller einzelnen ihn zu-

sammensetzenden Zellen. Durch die neueren Fortschritte der Zellenlehre ist es nöthig geworden, die Elementarorganismen oder die organischen „Individuen erster Ordnung", welche man gewöhnlich als „Zellen" bezeichnet, mit dem allgemeineren und passenderen Namen der Bildnerinnen oder Plastiden zu belegen. Wir unterscheiden unter diesen Bildnerinnen zwei Hauptgruppen, nämlich Cytoden und echte Zellen. Die Cytoden sind kernlose Plasmastücke, gleich den Moneren (S. 167, Fig. 1). Die Zellen dagegen sind Plasmastücke, welche einen Kern oder Nucleus enthalten (S. 169, Fig. 2). Jede dieser beiden Hauptformen von Plastiden zerfällt wieder in zwei untergeordnete Formgruppen, je nachdem sie eine äußere Umhüllung (Haut, Schale oder Membran) besitzt oder nicht. Wir können demnach allgemein folgende Stufenleiter von vier verschiedenen Plastidenarten unterscheiden: 1. Urcytoden (S. 167, Fig. 1 A); 2. Hüllcytoden; 3. Urzellen (S. 169, Fig. 2 B); 4. Hüllzellen (S. 169, Fig. 2 A) (Gen. Morph. I, 269—289).

Was das Verhältniß dieser vier Plastidenformen zur Urzeugung betrifft, so ist folgendes das Wahrscheinlichste: 1. die Urcytoden (Gymnocytoda), nackte Plasmastücke ohne Kern, gleich den heute noch lebenden Moneren, sind die einzigen Plastiden, welche unmittelbar durch Urzeugung entstanden; 2. die Hüllcytoden (Lepocytoda), Plasmastücke ohne Kern, welche von einer Hülle (Membran oder Schale) umgeben sind, entstanden aus den Urcytoden entweder durch Verdichtung der oberflächlichsten Plasmaschichten oder durch Ausscheidung einer Hülle; 3. die Urzellen (Gymnocyta) oder nackte Zellen, Plasmastücke mit Kern, aber ohne Hülle, entstanden aus den Urcytoden durch Verdichtung der innersten Plasmatheile zu einem Kerne oder Nucleus, durch Differenzirung von centralem Kerne und peripherischem Zellstoff; 4. die Hüllzellen (Lepocyta) oder Hautzellen, Plasmastücke mit Kern und mit äußerer Hülle (Membran oder Schale), entstanden entweder aus den Hüllcytoden durch Bildung eines Kernes oder aus den Urzellen durch Bildung einer Membran. Alle übrigen Formen von Bildnerinnen oder Plastiden, welche außerdem noch vor-

kommen, sind erst nachträglich durch natürliche Züchtung, durch Abstammung mit Anpassung, durch Differenzirung und Umbildung aus jenen vier Grundformen entstanden.

Durch diese Plastidentheorie, durch diese Ableitung aller verschiedenen Plastidenformen und somit auch aller aus ihnen zusammengesetzten Organismen von den Moneren, kommt ein einfacher und natürlicher Zusammenhang in die gesammte Entwickelungstheorie. Die Entstehung der ersten Moneren durch Urzeugung erscheint uns als ein einfacher und nothwendiger Vorgang in dem Entwickelungsprozeß des Erdkörpers. Ich gebe zu, daß dieser Vorgang, so lange er noch nicht direkt beobachtet oder durch das Experiment wiederholt ist, eine reine Hypothese bleibt. Allein ich wiederhole, daß diese Hypothese für den ganzen Zusammenhang der natürlichen Schöpfungsgeschichte unentbehrlich ist, daß sie an sich durchaus nichts Gezwungenes und Wunderbares mehr hat, und daß sie keinenfalls jemals positiv widerlegt werden kann. Auch ist zu berücksichtigen, daß der Vorgang der Urzeugung, selbst wenn er alltäglich und stündlich noch heute stattfände, auf jeden Fall äußerst schwierig zu beobachten und mit untrüglicher Sicherheit als solcher festzustellen sein würde. Den heute noch lebenden Moneren gegenüber finden wir uns aber in folgende Alternative versetzt: Entweder stammen dieselben wirklich direkt von den zuerst entstandenen oder „erschaffenen" ältesten Moneren ab, und dann müßten sie sich schon viele Millionen Jahre hindurch unverändert fortgepflanzt und in der ursprünglichen Form einfacher Plasmastückchen erhalten haben. Oder die heutigen Moneren sind erst viel später im Laufe der organischen Erdgeschichte durch wiederholte Urzeugungs-Akte entstanden, und dann kann die Urzeugung ebenso gut noch heute stattfinden. Offenbar hat die letztere Annahme viel mehr Wahrscheinlichkeit für sich als die erstere.

Wenn Sie die Hypothese der Urzeugung nicht annehmen, so müssen Sie an diesem einzigen Punkte der Entwickelungstheorie zum Wunder einer übernatürlichen Schöpfung Ihre Zuflucht nehmen. Der Schöpfer muß dann den ersten Organismus oder die we-

nigen ersten Organismen, von denen alle übrigen abstammen, jedenfalls einfachste Moneren oder Urcytoden, als solche geschaffen und ihnen die Fähigkeit beigelegt haben, sich in mechanischer Weise weiter zu entwickeln. Ich überlasse es einem Jeden von Ihnen, zwischen dieser Vorstellung und der Hypothese der Urzeugung zu wählen. Mir scheint die Vorstellung, daß der Schöpfer an diesem einzigen Punkte willkürlich in den gesetzmäßigen Entwickelungsgang der Materie eingegriffen habe, der im Uebrigen ganz ohne seine Mitwirkung verläuft, ebenso unbefriedigend für das gläubige Gemüth, wie für den wissenschaftlichen Verstand zu sein. Nehmen wir dagegen für die Entstehung der ersten Organismen die Hypothese der Urzeugung an, welche aus den oben erörterten Gründen, insbesondere durch die Entdeckung der Moneren, ihre frühere Schwierigkeit verloren hat, so gelangen wir zur Herstellung eines ununterbrochenen natürlichen Zusammenhanges zwischen der Entwickelung der Erde und der von ihr geborenen Organismen, und wir erkennen auch in dem letzten noch zweifelhaften Punkte die Einheit der gesammten Natur und die Einheit ihrer Entwickelungsgesetze (Gen. Morph. I, 164).

# Vierzehnter Vortrag.

## Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde.

---

Chorologiſche Thatſachen und Urſachen. Einmalige Entſtehung der meiſten Arten an einem einzigen Orte: „Schöpfungsmittelpunkte". Ausbreitung durch Wanderung. Aktive und paſſive Wanderungen der Thiere und Pflanzen. Transportmittel. Transport der Keime durch Waſſer und Wind. Beſtändige Veränderung der Verbreitungsbezirke durch Hebungen und Senkungen des Bodens. Chorologiſche Bedeutung der geologiſchen Vorgänge. Einfluß des Klima-Wechſels. Eiszeit oder Glacial-Periode. Ihre Bedeutung für die Chorologie. Bedeutung der Wanderungen für die Entſtehung neuer Arten. Iſolirung der Koloniſten. Wagners „Migrationsgeſetz". Verhältniß der Migrationstheorie zur Selectionstheorie. Uebereinſtimmung ihrer Folgerungen mit der Deſcendenztheorie.

Meine Herren! Wie ich ſchon zu wiederholten Malen hervorgehoben habe, wie aber nie genug betont werden kann, liegt der eigentliche Werth und die unüberwindliche Stärke der Deſcendenztheorie nicht darin, daß ſie uns dieſe oder jene einzelne Erſcheinung erläutert, ſondern darin, daß ſie uns die Geſammtheit der biologiſchen Phänomene erklärt, daß ſie uns alle botaniſchen und zoologiſchen Erſcheinungsreihen in ihrem inneren Zuſammenhange verſtändlich macht. Daher wird jeder denkende Forſcher um ſo feſter und tiefer von ihrer Wahrheit durchdrungen, je mehr er ſeinen Blick von einzelnen biologiſchen Wahrnehmungen zu einer allgemeinen Betrachtung des Geſammtgebietes des Thier- und Pflanzenlebens erhebt. Laſſen

Sie uns nun jetzt, von dieſem umfaſſenden Standpunkt aus, ein biologiſches Gebiet überblicken, deſſen mannichfaltige und verwickelte Erſcheinungen beſonders einfach und lichtvoll durch die Selectionstheorie erklärt werden. Ich meine die Chorologie oder die Lehre von der räumlichen Verbreitung der Organismen über die Erdoberfläche. Darunter verſtehe ich nicht nur die geographiſche Verbreitung der Thier- und Pflanzenarten über die verſchiedenen Erdtheile und deren Provinzen, über Feſtländer und Inſeln, Meere und Flüſſe; ſondern auch die topographiſche Verbreitung derſelben in verticaler Richtung, ihr Hinaufſteigen auf die Höhen der Gebirge, ihr Hinabſteigen in die Tiefen des Oceans (Gen. Morph. II, 286).

Wie Ihnen bekannt ſein wird, haben die ſonderbaren chorologiſchen Erſcheinungsreihen, welche die horizontale Verbreitung der Organismen über die Erdtheile, und ihre verticale Verbreitung in Höhen und Tiefen darbieten, ſchon ſeit längerer Zeit allgemeines Intereſſe erweckt. In neuerer Zeit haben namentlich Alexander Humboldt[39]) und Frederick Schouw die Geographie der Pflanzen, Berghaus und Schmarda die Geographie der Thiere in weiterem Umfange behandelt. Aber obwohl dieſe und manche andere Naturforſcher unſere Kenntniſſe von der Verbreitung der Thier- und Pflanzenformen vielfach gefördert und uns ein weites Gebiet des Wiſſens voll wunderbarer und intereſſanter Erſcheinungen zugänglich gemacht haben, ſo blieb doch die ganze Chorologie immer nur ein zerſtreutes Wiſſen von einer Maſſe einzelner Thatſachen. Eine Wiſſenſchaft konnte man ſie nicht nennen, ſo lange uns die wirkenden Urſachen zur Erklärung dieſer Thatſachen fehlten. Dieſe Urſachen hat uns erſt die Selectionstheorie mit ihrer Lehre von den Wanderungen der Thier- und Pflanzenarten enthüllt, und erſt ſeit Darwin und Wallace können wir von einer ſelbſtſtändigen chorologiſchen Wiſſenſchaft reden.

Wenn man die geſammten Erſcheinungen der geographiſchen und topographiſchen Verbreitung der Organismen an und für ſich betrachtet, ohne Rückſicht auf die allmähliche Entwickelung der Arten, und

wenn man zugleich, dem herkömmlichen Aberglauben folgend, die einzelnen Thier- und Pflanzenarten als selbstständig erschaffene und von einander unabhängige Formen betrachtet, so bleibt nichts anderes übrig, als jene Erscheinungen wie eine bunte Sammlung von unbegreiflichen und unerklärlichen Wundern anzustaunen. Sobald man aber diesen niederen Standpunkt verläßt und mit der Annahme einer Blutsverwandtschaft der verschiedenen Species sich zur Höhe der Entwickelungstheorie erhebt, so fällt mit einem Male ein vollständig erklärendes Licht auf jenes mystische Wundergebiet, und wir sehen, daß sich alle jene chorologischen Thatsachen ganz einfach und leicht aus der Annahme einer gemeinsamen Abstammung der Arten und ihrer passiven und aktiven Wanderung verstehen lassen.

Der wichtigste Grundsatz, von dem wir in der Chorologie ausgehen müssen, und von dessen Wahrheit uns jede tiefere Betrachtung der Selectionstheorie überzeugt, ist, daß in der Regel jede Thier- und Pflanzenart nur einmal im Lauf der Zeit und nur an einem Orte der Erde, an ihrem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte", durch natürliche Züchtung entstanden ist. Ich theile diese Ansicht Darwin's unbedingt in Bezug auf die große Mehrzahl der höheren und vollkommenen Organismen, in Bezug auf die allermeisten Thiere und Pflanzen, bei denen die Arbeitstheilung oder Differenzirung der sie zusammensetzenden Zellen und Organe einen gewissen Grad erreicht hat. Denn es ist ganz unglaublich, oder könnte doch nur durch einen höchst seltenen Zufall geschehen, daß alle die mannichfaltigen und verwickelten Umstände, alle die verschiedenen Bedingungen des Kampfes ums Dasein, die bei der Entstehung einer neuen Art durch natürliche Züchtung wirksam sind, genau in derselben Vereinigung und Verbindung mehr als einmal in der Erdgeschichte, oder gleichzeitig an mehreren verschiedenen Punkten der Erdoberfläche zusammen gewirkt haben.

Dagegen halte ich es für sehr wahrscheinlich, daß gewisse höchst unvollkommene Organismen vom einfachsten Bau, Speciesformen von höchst indifferenter Natur, wie z. B. manche einzellige Protisten,

namentlich aber die einfachsten von allen, die Moneren, in ihrer specifischen Form mehrmals oder gleichzeitig an mehreren Stellen der Erde entstanden seien. Denn die wenigen sehr einfachen Bedingungen, durch welche ihre specifische Form im Kampfe um's Dasein umgebildet wurde, können sich wohl öfter im Laufe der Zeit, oder unabhängig von einander an verschiedenen Stellen der Erde wiederholt haben. Ferner können auch diejenigen höheren specifischen Formen, welche nicht durch natürliche Züchtung, sondern durch Bastardzeugung entstanden sind, die früher erwähnten Bastardarten (S. 130, 245) wiederholt an verschiedenen Orten neu entstanden sein. Da uns jedoch diese verhältnißmäßig geringe Anzahl von Organismen hier vorläufig noch nicht näher interessirt, so können wir in chorologischer Beziehung von ihnen absehen, und brauchen bloß die Verbreitung der großen Mehrzahl der Thier- und Pflanzenarten in Betracht zu ziehen, bei denen die einmalige Entstehung jeder Species an einem einzigen Orte, an ihrem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte", aus vielen wichtigen Gründen als hinreichend gesichert angesehen werden kann.

Jede Thier- und Pflanzenart hat nun von Anbeginn ihrer Existenz an das Streben besessen, sich über die beschränkte Lokalität ihrer Entstehung, über die Schranken ihres „Schöpfungsmittelpunktes" oder besser gesagt ihrer Urheimath oder ihres Geburtsortes hinaus auszubreiten. Das ist eine nothwendige Folge der früher erörterten Bevölkerungs- und Uebervölkerungsverhältnisse (S. 144, 228). Je stärker eine Thier- oder Pflanzenart sich vermehrt, desto weniger reicht ihr beschränkter Geburtsort für ihren Unterhalt aus, desto heftiger wird der Kampf um's Dasein, desto rascher tritt eine Uebervölkerung der Heimath und in Folge dessen Auswanderung ein. Diese Wanderungen sind allen Organismen gemeinsam und sie sind die eigentliche Ursache der weiten Verbreitung der verschiedenen Organismenarten über die Erdoberfläche. Wie die Menschen aus den übervölkerten Staaten, so wandern Thiere und Pflanzen allgemein aus ihrer übervölkerten Urheimath aus.

Auf die hohe Bedeutung dieſer ſehr intereſſanten Wanderungen der Organismen haben ſchon früher viele ausgezeichnete Naturforſcher, insbeſondere Lyell[11]), Schleiden u. A. wiederholt aufmerkſam gemacht. Die Transportmittel, durch welche dieſelben geſchehen, ſind äußerſt mannichfaltig. Darwin hat dieſelben im elften und zwölften Kapitel ſeines Werks, welche der „geographiſchen Verbreitung" ausſchließlich gewidmet ſind, vortrefflich erörtert. Die Transportmittel ſind theils aktive, theils paſſive; d. h. der Organismus bewerkſtelligt ſeine Wanderungen theils durch freie Ortsbewegungen, die von ihm ſelbſt ausgehen, theils durch Bewegungen anderer Naturkörper, an denen er ſich nicht ſelbſtthätig betheiligt.

Die aktiven Wanderungen ſpielen ſelbſtverſtändlich die größte Rolle bei den frei beweglichen Thieren. Je freier die Bewegung eines Thieres nach allen Richtungen hin durch ſeine Organiſation erlaubt iſt, deſto leichter kann dieſe Thierart wandern, und deſto raſcher ſich über die Erde ausbreiten. Am meiſten begünſtigt ſind in dieſer Beziehung natürlich die fliegenden Thiere, und insbeſondere unter den Wirbelthieren die Vögel, unter den Gliederthieren die Inſekten. Leichter als alle anderen Thiere konnten ſich dieſe beiden Klaſſen alsbald nach ihrer Entſtehung über die ganze Erde verbreiten, und daraus erklärt ſich auch zum Theil die ungemeine innere Einförmigkeit, welche dieſe beiden großen Thierklaſſen vor allen anderen auszeichnet. Denn obwohl dieſelben eine außerordentliche Anzahl von verſchiedenen Arten enthalten, und obwohl die Inſektenklaſſe allein mehr verſchiedene Species beſitzen ſoll, als alle übrigen Thierklaſſen zuſammengenommen, ſo ſtimmen dennoch alle dieſe unzähligen Inſektenarten, und ebenſo andererſeits die verſchiedenen Vögelarten, in allen weſentlichen Eigenthümlichkeiten ihrer Organiſation ganz auffallend überein. Daher kann man ſowohl in der Klaſſe der Inſekten, als in derjenigen der Vögel, nur eine ſehr geringe Anzahl von größeren natürlichen Gruppen oder „Ordnungen" unterſcheiden, und dieſe wenigen Ordnungen weichen im inneren Bau nur ſehr wenig von einander ab. Die artenreichen Vögelordnungen ſind lange

nicht so weit von einander verschieden, wie die viel weniger artenreichen Ordnungen der Säugethierklasse; und die an Genera- und Speciesformen äußerst reichen Insektenordnungen stehen sich im inneren Bau viel näher, als die viel kleineren Ordnungen der Krebsklasse. Die durchgehende Parallele zwischen den Vögeln und Insekten ist auch in dieser systematischen Beziehung sehr interessant; und die größte Bedeutung ihres Formenreichthums für die wissenschaftliche Morphologie liegt darin, daß sie uns zeigen, wie innerhalb des engsten anatomischen Spielraums, und ohne tiefere Veränderungen der wesentlichen inneren Organisation, die größte Mannichfaltigkeit der äußeren Körperform erreicht werden kann. Offenbar liegt der Grund dafür in der fliegenden Lebensweise und in der freiesten Ortsbewegung. In Folge dessen haben sich Vögel sowohl als Insekten sehr rasch über die ganze Erdoberfläche verbreitet, haben an allen möglichen, anderen Thieren unzugänglichen Lokalitäten sich angesiedelt, und nun durch oberflächliche Anpassung an bestimmte Localverhältnisse ihre specifische Form vielfach modifizirt.

Nächst den fliegenden Thieren haben natürlich am raschesten und weitesten sich diejenigen ausgebreitet, die nächstdem am besten wandern konnten, die besten Läufer unter den Landbewohnern, die besten Schwimmer unter den Wasserbewohnern. Das Vermögen derartiger aktiver Wanderungen ist aber nicht bloß auf diejenigen Thiere beschränkt, welche ihr ganzes Leben hindurch sich freier Ortsbewegung erfreuen. Denn auch die festsitzenden Thiere, wie z. B. die Korallen, die Röhrenwürmer, die Seescheiden, die Seelilien, die Taschеln, die Rankenkrebse und viele andere niedere Thiere, die auf Seepflanzen, Steinen u. dgl. festgewachsen sind, genießen doch in ihrer Jugend wenigstens freie Ortsbewegung. Sie alle wandern, ehe sie sich festsetzen. Gewöhnlich ist der erste frei bewegliche Jugendzustand derselben eine flimmernde Larve, ein rundliches Körperchen, welches mittelst eines Kleides von beweglichen Flimmerhaaren im Wasser umherschwärmt und den Namen Gastrula führt. (Vergl. S. 443.)

Aber nicht auf die Thiere allein ist das Vermögen der freien

Ortsbewegung und somit auch der aktiven Wanderung beschränkt, sondern selbst viele Pflanzen erfreuen sich desselben. Viele niedere Wasserpflanzen, insbesondere aus der Tangklasse, schwimmen in ihrer ersten Jugend, gleich den eben erwähnten niederen Thieren, mittelst eines beweglichen Flimmerkleides, einer schwingenden Geißel oder eines zitternden Wimperpelzes frei im Wasser umher und setzen sich erst später fest. Selbst bei vielen höheren Pflanzen, die wir als kriechende und kletternde bezeichnen, können wir von einer aktiven Wanderung sprechen. Der langgestreckte Stengel oder Wurzelstock derselben kriecht oder klettert während seines langen Wachsthums nach neuen Standorten und erobert sich mittelst seiner weitverzweigten Aeste einen neuen Wohnort, in dem er sich durch Knospen befestigt, und neue Kolonien von anderen Individuen seiner Art hervorruft.

So einflußreich nun aber auch diese aktiven Wanderungen der meisten Thiere und vieler Pflanzen sind, so würden sie allein doch bei weitem nicht ausreichen, uns die Chorologie der Organismen zu erklären. Vielmehr sind bei weitem wichtiger und von ungleich größerer Wirkung, wenigstens für die meisten Pflanzen und für viele Thiere, von jeher die passiven Wanderungen gewesen. Solche passive Ortsveränderungen werden durch äußerst mannichfaltige Ursachen hervorgebracht. Luft und Wasser in ihrer ewigen Bewegung, Wind und Wellen in ihrer mannichfaltigen Strömung spielen dabei die größte Rolle. Der Wind hebt allerorten und allerzeiten leichte Organismen, kleine Thiere und Pflanzen, namentlich aber die jugendlichen Keime derselben, Thiereier und Pflanzensamen, in die Höhe, und führt sie weithin über Land und Meer. Wo dieselben in das Wasser fallen, werden sie von Strömungen oder Wellen erfaßt und nach anderen Orten hingeführt. Wie weit in vielen Fällen Baumstämme, hartschalige Früchte und andere schwer verwesliche Pflanzentheile durch den Lauf der Flüsse und durch die Strömungen des Meeres von ihrer ursprünglichen Heimath weggeführt werden, ist aus zahlreichen Beispielen bekannt. Palmenstämme aus Westindien werden durch den Golfstrom nach den britischen und norwegischen

Küſten gebracht. Alle großen Ströme führen Treibholz aus den Gebirgen und oft Alpenpflanzen aus ihrer Quellen-Heimath in die Ebenen hinab und weiter bis zu ihrer Ausmündung in das Meer. Zwiſchen dem Wurzelwerk dieſer fortgetriebenen Pflanzen, zwiſchen dem Gezweige der fortgeſchwemmten Baumſtämme ſitzen oft zahlreiche Bewohner derſelben, welche an der paſſiven Wanderung Theil nehmen müſſen. Die Baumrinde iſt mit Moos, Flechten und paraſitiſchen Inſekten bedeckt. Andere Inſekten, Spinnen u. dergl., ſelbſt kleine Reptilien und Säugethiere, ſitzen geborgen in dem hohlen Stamme oder halten ſich feſt an den Zweigen. In der Erde, die zwiſchen die Wurzelfaſern eingeklemmt iſt, in dem Staube, welcher in den Rindenſpalten feſtſitzt, befinden ſich zahlloſe Keime von kleineren Thieren und Pflanzen. Landet nun der fortgetriebene Stamm glücklich an einer fremden Küſte oder einer fernen Inſel, ſo können die Gäſte, welche an der unfreiwilligen Reiſe Theil nehmen mußten, ihr Fahrzeug verlaſſen und ſich in dem neuen Vaterlande anſiedeln.

Eine ſeltſame beſondere Form dieſes Waſſertransportes vermitteln die ſchwimmenden Eisberge, die ſich alljährlich von dem ewigen Eiſe der Polarmeere ablöſen. Obwohl jene kalten Zonen im Ganzen ſehr ſpärlich bevölkert ſind, ſo können doch manche von ihren Bewohnern, die ſich zufällig auf einem Eisberge während ſeiner Ablöſung befanden, mit demſelben von den Strömungen fortgeführt und an wärmeren Küſten gelandet werden. So iſt ſchon oft mit abgelöſten Eisblöcken des nördlichen Eismeeres eine ganze kleine Bevölkerung von Thieren und Pflanzen nach den nördlichen Küſten von Europa und Amerika geführt worden. Ja ſogar einzelne Eisfüchſe und Eisbären ſind ſo nach Island und den britiſchen Inſeln gelangt.

Keine geringere Bedeutung als der Waſſertransport, beſitzt für die paſſiven Wanderungen der Lufttransport. Der Staub, der unſere Straßen und Dächer bedeckt, die Erdkruſte, welche auf trockenen Feldern und ausgetrockneten Waſſerbecken ſich findet, die leichte Humusdecke des Waldbodens, kurz die ganze Oberfläche des trockenen Landes enthält Millionen von kleinen Organismen und von Keimen derſelben.

Viele von dieſen kleinen Thieren und Pflanzen können ohne Schaden vollſtändig austrocknen und erwachen wieder zum Leben, ſobald ſie befeuchtet werden. Jeder Windſtoß hebt mit dem Staube unzählige ſolche kleine Lebeweſen in die Höhe und führt ſie oft meilenweit nach anderen Orten hin. Aber auch größere Organismen, und namentlich Keime von ſolchen, können oft weite paſſive Luftreiſen machen. Bei vielen Pflanzen ſind die Samenkörner mit leichten Federkronen verſehen, die wie Fallſchirme wirken und ihr Schweben in der Luft erleichtern, ihr Niederfallen erſchweren. Spinnen machen auf ihrem leichten Fadengeſpinnſte, dem ſogenannten „fliegenden Weiber-Sommer", meilenweite Luftreiſen. Junge Fröſche werden durch Wirbelwinde oft zu Tauſenden in die Luft erhoben und fallen als ſogenannter „Froſchregen" an einem entfernten Orte nieder. Vögel und Inſekten können durch Stürme über den halben Erdkreis weggeführt werden. Sie fallen in den vereinigten Staaten nieder, nachdem ſie ſich in England erhoben hatten. In Kalifornien aufgeflogen, kommen ſie in China erſt wieder zur Ruhe. Mit den Vögeln und Inſekten können aber wieder viele andere Organismen die Reiſe von einem Kontinent zum andern machen. Selbſtverſtändlich wandern mit allen Organismen die auf ihnen wohnenden Paraſiten, deren Zahl Legion iſt: die Flöhe, Läuſe, Milben, Pilze u. ſ. w. In der Erde, die oft zwiſchen den Zehen der Vögel beim Auffliegen hängen bleibt, ſitzen wiederum kleine Thiere und Pflanzen oder Keime von ſolchen. Und ſo kann die freiwillige oder unfreiwillige Wanderung eines einzigen größeren Organismus eine kleine Flora oder Fauna mit vielen verſchiedenen Arten aus einem Welttheil in den andern hinüber führen.

Außer den angegebenen Transportmitteln giebt es nun auch noch viele andere, die die Verbreitung der Thier- und Pflanzen-Arten über weite Strecken der Erdoberfläche, und insbeſondere die allgemeine Verbreitung der ſogenannten kosmopolitiſchen Species erklären. Doch würden wir uns hieraus allein bei weitem nicht alle chorologiſchen Thatſachen erklären können. Wie kommt es z. B., daß viele Süßwaſſerbewohner in zahlreichen, weit von einander getrennten und ganz ge-

ſonderten Flußgebieten oder Seen leben? Wie kommt es, daß viele Gebirgsbewohner, die in der Ebene gar nicht exiſtiren können, auf gänzlich getrennten und weit entfernten Gebirgsketten gefunden werden? Daß jene Süßwaſſerbewohner die zwiſchen ihren Waſſergebieten liegenden Landſtrecken, daß dieſe Gebirgsbewohner die zwiſchen ihren Gebirgsheimathen liegenden Ebenen in irgend einer Weiſe aktiv oder paſſiv durchwandert hätten, iſt ſchwer anzunehmen und in vielen Fällen gar nicht denkbar. Hier kommt uns nun als mächtiger Bundesgenoſſe die Geologie zur Hülfe. Sie löſt uns jene ſchwierigen Räthſel vollſtändig.

Die Entwickelungsgeſchichte der Erde zeigt uns, daß die Vertheilung von Land und Waſſer an ihrer Oberfläche ſich in ewigem und ununterbrochenem Wechſel befindet. Ueberall finden in Folge von geologiſchen Veränderungen des Erdinnern, bald hier bald dort ſtärker vortretend oder nachlaſſend, Hebungen und Senkungen des Bodens ſtatt. Wenn dieſelben auch ſo langſam geſchehen, daß ſie im Laufe des Jahrhunderts die Meeresküſte nur um wenige Zolle, oder ſelbſt nur um ein paar Linien heben oder ſenken, ſo bewirken ſie doch im Laufe langer Zeiträume erſtaunliche Reſultate. Und an langen, an unermeßlich langen Zeiträumen hat es in der Erdgeſchichte niemals gefehlt. Im Laufe der vielen Millionen Jahre, ſeit ſchon organiſches Leben auf der Erde exiſtirt, haben Land und Meer ſich beſtändig um die Herrſchaft geſtritten. Kontinente und Inſeln ſind unter Meer verſunken, und neue ſind aus ſeinem Schooße emporgeſtiegen. Seen und Meere ſind langſam gehoben worden und ausgetrocknet, und neue Waſſerbecken ſind durch Senkung des Bodens entſtanden. Halbinſeln wurden zu Inſeln, indem die ſchmale Landzunge, die ſie mit dem Feſtlande verband, unter Waſſer ſank. Die Inſeln eines Archipelagus wurden zu Spitzen einer zuſammenhängenden Gebirgskette, wenn der ganze Boden ihres Meeres bedeutend gehoben wurde.

So war einſt das Mittelmeer ein Binnenſee, als noch an Stelle der Gibraltarſtraße Afrika durch eine Landenge mit Spanien zuſammenhing. England hat mit dem europäiſchen Feſtlande ſelbſt wäh-

rend der neueren Erdgeſchichte, als ſchon Menſchen exiſtirten, wiederholt zuſammengehangen und iſt wiederholt davon getrennt worden. Ja ſogar Europa und Nordamerika haben unmittelbar in Zuſammenhang geſtanden. Die Südſee bildete einſt einen großen paciſiſchen Kontinent, und die zahlloſen kleinen Inſeln, die heute in derſelben zerſtreut liegen, waren bloß die höchſten Kuppen der Gebirge, die jenen Kontinent bedeckten. Der indiſche Ocean exiſtirte in Form eines Kontinents, der von den Sunda-Inſeln längs des ſüdlichen Aſiens ſich bis zur Oſtküſte von Afrika erſtreckte. Dieſer einſtige große Kontinent, den der Engländer Sclater wegen der für ihn charakteriſtiſchen Halbaffen Lemuria genannt hat, iſt zugleich von großer Bedeutung als die wahrſcheinliche Wiege des Menſchengeſchlechts, das hier ſich vermuthlich zuerſt aus anthropoiden Affen hervorbildete. Ganz beſonders intereſſant iſt aber der wichtige Nachweis, welchen Alfred Wallace[36]) mit Hülfe chorologiſcher Thatſachen geführt hat, daß der heutige malayiſche Archipel eigentlich aus zwei ganz verſchiedenen Abtheilungen beſteht. Die weſtliche Abtheilung, der indo-malayiſche Archipel, umfaßt die großen Inſeln Borneo, Java und Sumatra, und hing früher durch Malakka mit dem aſiatiſchen Feſtlande und wahrſcheinlich auch mit dem eben genannten Lemurien zuſammen. Die öſtliche Abtheilung dagegen, der auſtral-malayiſche Archipel, Celebes, die Molukken, Neuguinea, die Salomons-Inſeln u. ſ. w. umfaſſend, ſtand früherhin mit Auſtralien in unmittelbarem Zuſammenhang. Beide Abtheilungen waren vormals zwei durch eine Meerenge getrennte Kontinente, ſind aber jetzt größtentheils unter den Meeresſpiegel verſunken. Die Lage jener früheren Meerenge, deren Südende zwiſchen Bali und Lombok hindurch geht, hat Wallace bloß auf Grund ſeiner genauen chorologiſchen Beobachtungen in der ſcharfſinnigſten Weiſe feſt zu beſtimmen vermocht.

So haben, ſeitdem tropfbar-flüſſiges Waſſer auf der Erde exiſtirt, die Grenzen von Waſſer und Land ſich in ewigem Wechſel verändert, und man kann behaupten, daß die Umriſſe der Kontinente und Inſeln nicht eine Stunde, ja nicht eine Minute hindurch ſich jemals gleich

geblieben ſind. Denn ewig und ununterbrochen nagt die Brandung an dem Saume der Küſten; und was das Land an dieſen Stellen beſtändig an Ausdehnung verliert, das gewinnt es an anderen Stellen durch Anhäufung von Schlamm, der ſich zu feſtem Geſtein verdichtet und wieder über den Meeresſpiegel als neues Land ſich erhebt. Nichts kann irriger ſein, als die Vorſtellung von einem feſten und unveränderlichen Umriſſe unſerer Kontinente, wie ſie uns in früher Jugend ſchon durch unſeren mangelhaften, der geologiſchen Baſis entbehrenden geographiſchen Unterricht eingeprägt wird.

Nun brauche ich Sie wohl kaum noch darauf aufmerkſam zu machen, wie äußerſt wichtig von jeher dieſe geologiſchen Veränderungen der Erdoberfläche für die Wanderungen der Organismen und in Folge deſſen für ihre Chorologie geweſen ſein müſſen. Wir lernen dadurch begreifen, wie dieſelben oder ganz nahe verwandte Thier- und Pflanzen-Arten auf verſchiedenen Inſeln vorkommen können, obwohl ſie nicht das Waſſer zwiſchen denſelben durchwandern können, und wie andere, das Süßwaſſer bewohnende Arten in verſchiedenen geſchloſſenen Seebecken wohnen können, obgleich ſie nicht das Land zwiſchen denſelben zu überſchreiten vermögen. Jene Inſeln waren früher Bergſpitzen eines zuſammenhängenden Feſtlandes, und dieſe Seen ſtanden einſtmals in unmittelbarem Zuſammenhang. Durch geologiſche Senkung wurden die erſteren, durch Hebung die letzteren getrennt. Wenn wir nun ferner bedenken, wie oft und wie ungleichmäßig an den verſchiedenen Stellen der Erde ſolche wechſelnde Hebungen und Senkungen ſtattfanden und in Folge deſſen die Grenzen der geographiſchen Verbreitungsbezirke der Arten ſich veränderten, wenn wir bedenken, wie außerordentlich mannichfaltig dadurch die aktiven und paſſiven Wanderungen der Organismen beeinflußt werden mußten, ſo lernen wir vollſtändig die bunte Mannichfaltigkeit des Bildes begreifen, welches uns gegenwärtig die Vertheilung der Thier- und Pflanzen-Arten darbietet.

Noch ein anderer wichtiger Faktor iſt aber hier hervorzuheben, der ebenfalls für die volle Erklärung jenes bunten geographiſchen Bil-

des von großer Bedeutung ist, und manche sehr dunkle Thatsachen aufhellt, die wir ohne ihn nicht begreifen würden. Das ist nämlich der allmähliche Klima-Wechsel, welcher während des langen Verlaufs der organischen Erdgeschichte stattgefunden hat. Wie wir schon im vorhergehenden Vortrage gesehen haben, muß beim Beginne des organischen Lebens auf der Erde allgemein eine viel höhere und gleichmäßigere Temperatur geherrscht haben, als gegenwärtig stattfindet. Die Zonen-Unterschiede, die jetzt sehr auffallend hervortreten, fehlten damals noch gänzlich. Wahrscheinlich viele Millionen Jahre hindurch herrschte auf der ganzen Erde ein Klima, welches dem heißesten Tropenklima der Jetztzeit nahe stand oder dasselbe noch übertraf. Der höchste Norden, bis zu welchem der Mensch jetzt vorgedrungen ist, war damals mit Palmen und anderen Tropengewächsen bedeckt, deren versteinerte Reste wir noch jetzt dort finden. Sehr langsam und allmählich nahm späterhin dieses Klima ab; aber immer noch blieben die Pole so warm, daß die ganze Erdoberfläche für Organismen bewohnbar war. Erst in einer verhältnißmäßig sehr jungen Periode der Erdgeschichte, nämlich im Beginn der Tertiärzeit, erfolgte, wie es scheint, die erste wahrnehmbare Abkühlung der Erdrinde von den beiden Polen her, und somit die erste Differenzirung oder Sonderung verschiedener Temperatur-Gürtel oder klimatischer Zonen. Die langsame und allmähliche Abnahme der Temperatur bildete sich nun innerhalb der Tertiärperiode immer weiter aus, bis zuletzt an beiden Polen der Erde das erste Eis entstand.

Wie wichtig dieser Klima-Wechsel für die geographische Verbreitung der Organismen und für die Entstehung zahlreicher neuer Arten werden mußte, braucht kaum ausgeführt zu werden. Die Thier- und Pflanzen-Arten, die bis zur Tertiärzeit hin überall auf der Erde bis zu den Polen ein angenehmes tropisches Klima gefunden hatten, waren nunmehr gezwungen, entweder sich der eindringenden Kälte anzupassen oder vor derselben zu fliehen. Diejenigen Species, welche sich anpaßten und an die sinkende Temperatur gewöhnten, wurden durch diese Acclimatisation selbst unter dem Einflusse der natürlichen

Züchtung in neue Arten umgewandelt. Die anderen Arten, welche vor der Kälte flohen, mußten auswandern und in niederen Breiten ein milderes Klima suchen. Dadurch mußten die bisherigen Verbreitungs-Bezirke der Arten gewaltig verändert werden.

Nun blieb aber in dem letzten großen Abschnitte der Erdgeschichte, in der auf die Tertiärzeit folgenden Quartär-Periode (oder in der Diluvial-Zeit) die Wärme-Abnahme der Erde von den Polen her keineswegs stehen. Vielmehr sank die Temperatur nun tiefer und tiefer, ja selbst weit unter den heutigen Grad herab. Das nördliche und mittlere Asien, Europa und Nord-Amerika bedeckte sich vom Nordpol her in großer Ausdehnung mit einer zusammenhängenden Eisdecke, welche in unserem Erdtheile bis gegen die Alpen gereicht zu haben scheint. In ähnlicher Weise drang auch vom Südpol her die Kälte vor, und überzog einen großen, jetzt eisfreien Theil der südlichen Halbkugel mit einer starren Eisdecke. So blieb zwischen diesen gewaltigen lebentödtenden Eiskontinenten nur noch ein schmaler Gürtel übrig, auf welchen das Leben der organischen Welt sich zurückziehen konnte. Diese Periode, während welcher der Mensch oder wenigstens der Affenmensch bereits existirte, und welche den ersten Hauptabschnitt der sogenannten Diluvialzeit bildet, ist jetzt allgemein unter dem Namen der Eiszeit oder Glacialperiode bekannt und berühmt.

Der erste Naturforscher, der den Gedanken der Eiszeit klar erfaßte und mit Hülfe der sogenannten Wanderblöcke oder erratischen Steinblöcke, sowie der „Gletscher-Schliffe" die große Ausdehnung der früheren Vergletscherung von Mittel-Europa nachwies, war der geistvolle Karl Schimper. Von ihm angeregt, und durch die selbstständigen Untersuchungen des ausgezeichneten Geologen Charpentier bedeutend gefördert, unternahm es später der Schweizer Naturforscher Louis Agassiz, die Theorie von der Eiszeit weiter auszuführen. In England machte sich besonders der Geologe Forbes um sie verdient, und verwerthete sie auch bereits für die Theorie von den Wanderungen und der dadurch bedingten geographischen Verbreitung der Arten. Agassiz hingegen schadete späterhin der Theorie durch einsei-

tige Uebertreibung, indem er, der Kataſtrophen-Theorie Cuvier's zu Liebe, durch die plötzlich hereinbrechende Kälte der Eiszeit und die damit verbundene „Revolution" den gänzlichen Untergang der damals lebenden Schöpfung erklären wollte.

Auf die Eiszeit ſelbſt und die ſcharfſinnigen Unterſuchungen über ihre Grenzen näher einzugehen, habe ich hier keine Veranlaſſung, und kann um ſo mehr darauf verzichten, als die ganze neuere geologiſche Literatur davon voll iſt. Sie finden eine ausführliche Erörterung derſelben vorzüglich in den Werken von Cotta[31]), Lyell[30]), Vogt[27]), Zittel[32]) u. ſ. w. Für uns iſt hier nur das hohe Gewicht von Bedeutung, welches ſie für die Erklärung der ſchwierigſten chorologiſchen Probleme beſitzt, und welches von Darwin ſehr richtig erkannt wurde.

Es kann nämlich keinem Zweifel unterliegen, daß dieſe Vergletſcherung der heutzutage gemäßigten Zonen einen außerordentlich bedeutenden Einfluß auf die geographiſche und topographiſche Vertheilung der Organismen ausüben und dieſelbe gänzlich umgeſtalten mußte. Während die Kälte langſam von den Polen her gegen den Aequator vorrückte und Land und Meer mit einer zuſammenhängenden Eisdecke überzog, mußte ſie natürlich die ganze lebende Organismen-Welt vor ſich her treiben. Thiere und Pflanzen mußten auswandern, wenn ſie nicht erfrieren wollten. Da nun aber zu jener Zeit vermuthlich die gemäßigte und die Tropenzone bereits nicht weniger dicht als gegenwärtig mit Pflanzen und Thieren bevölkert geweſen ſein wird, ſo muß ſich zwiſchen dieſen und den von den Polen her kommenden Eindringlingen ein furchtbarer Kampf um's Daſein erhoben haben. In dieſem Kampfe, der jedenfalls viele Jahrtauſende dauerte, werden viele Arten zu Grunde gegangen, viele Arten abgeändert und zu neuen Species umgebildet worden ſein. Die bisherigen Verbreitungsbezirke der Arten aber mußten völlig verändert werden. Und dieſer Kampf muß auch dann noch fortgedauert haben, ja er muß von Neuem entbrannt, und in neuen Formen weiter geführt worden ſein, als die Eiszeit ihren Höhenpunkt erreicht und überſchritten hatte, und als nunmehr in der poſtglacialen Periode die Tempe-

ratur wieder zunahm und die Organismen nach den Polen hin zurückzuwandern begannen.

Jedenfalls iſt dieſer gewaltige Klimawechſel, mag man ſonſt demſelben eine größere oder eine geringere Bedeutung zuſchreiben, eines derjenigen Ereigniſſe in der Erdgeſchichte, die am bedeutendſten auf die Vertheilung der organiſchen Formen eingewirkt haben. Namentlich wird aber ein ſehr wichtiges und ſchwieriges chorologiſches Verhältniß dadurch in der einfachſten Weiſe erklärt: das iſt die ſpecifiſche Uebereinſtimmung vieler unſerer Alpenbewohner mit vielen Bewohnern der Polarländer. Es giebt eine große Anzahl von ausgezeichneten Thier- und Pflanzen-Formen, die dieſen beiden, weit getrennten Erdgegenden gemeinſam ſind und nirgends in dem weiten, ebenen Zwiſchenraume zwiſchen beiden gefunden werden. Eine Wanderung derſelben von den Polarländern nach den Alpenhöhen oder umgekehrt wäre unter den gegenwärtigen klimatiſchen Verhältniſſen undenkbar oder doch höchſtens nur in wenigen ſeltenen Fällen anzunehmen. Eine ſolche Wanderung konnte aber ſtattfinden, ja ſie mußte ſtattfinden während des allmählichen Eintrittes und Rückzuges der Eiszeit. Da die Vergletſcherung von Nord-Europa bis gegen unſere Alpenkette vordrang, ſo werden die davor zurückweichenden Polarbewohner, Gentianen und Saxifragen, Eisfüchſe und Schneehaſen, damals unſer deutſches Vaterland und überhaupt Mitteleuropa bevölkert haben. Als nun die Temperatur wieder zunahm, zog ſich nur ein Theil dieſer arktiſchen Bevölkerung mit dem zurückweichenden Eiſe in die Polarzone wieder zurück. Ein anderer Theil derſelben ſtieg ſtatt deſſen an den Bergen der Alpenkette in die Höhe und fand hier das ihm zuſagende kalte Klima. So erklärt ſich ganz einfach jenes Problem.

Wir haben die Lehre von den Wanderungen der Organismen oder die Migrationstheorie bisher vorzüglich inſofern verfolgt, als ſie uns die Ausſtrahlung jeder Thier- und Pflanzenart von einer einzigen Urheimath, von einem „Schöpfungsmittelpunkte" aus erklärt, und ihre Ausbreitung über einen größeren oder geringeren Theil der Erdoberfläche erläutert. Nun ſind aber die Wanderungen der Thiere

und Pflanzen für die Entwickelungstheorie auch noch außerdem deshalb von großer Bedeutung, weil wir darin ein sehr wichtiges Hülfsmittel für die Entstehung neuer Arten erblicken müssen. Wenn Thiere und Pflanzen auswandern, so treffen sie, ebenso wie auswandernde Menschen, in der neuen Heimath Verhältnisse an, die mehr oder weniger von den gewohnten, Generationen hindurch ererbten, Existenzbedingungen verschieden sind. Diesen neuen, ungewohnten Lebensbedingungen müssen sich die Auswanderer entweder fügen und anpassen, oder sie gehen zu Grunde. Durch die Anpassung selbst wird aber ihr eigenthümlicher, specifischer Charakter verändert, um so mehr, je größer der Unterschied zwischen der neuen und der alten Heimath ist. Das neue Klima, die neue Nahrung, vor Allem aber die neue Nachbarschaft der Thiere und Pflanzen wirkt auf den ererbten Charakter der eingewanderten Species umbildend ein, und wenn dieselbe nicht zäh genug ist, diesen Einflüssen zu widerstehen, so muß früher oder später eine neue Art daraus hervorgehen. In den meisten Fällen wird diese Umformung der eingewanderten Species unter dem Einflusse des veränderten Kampfes um's Dasein so rasch vor sich gehen, daß schon nach wenigen Generationen eine neue Art daraus entstanden ist.

Von besonderer Bedeutung ist in dieser Beziehung die Wanderung für alle Organismen mit getrennten Geschlechtern. Denn bei diesen wird die Entstehung neuer Arten durch natürliche Züchtung immer dadurch erschwert oder verzögert, daß sich die variirenden Abkömmlinge gelegentlich wieder mit der unveränderten Stammform geschlechtlich vermischen, und so durch Kreuzung in die ursprüngliche Form zurückschlagen. Wenn dagegen solche Abarten ausgewandert sind, wenn sie durch weite Entfernungen oder durch Schranken der Wanderung, durch Meere, Gebirge u. s. w. von der alten Heimath getrennt sind, so ist die Gefahr einer Vermischung mit der Stammform aufgehoben, und die Isolirung der ausgewanderten Form, die durch Anpassung in eine neue Art übergeht, verhindert ihre Kreuzung und dadurch ihren Rückschlag in die Stammform.

Diese Bedeutung der Wanderung für die Isolirung der neu entstehenden Arten und die Verhütung baldiger Rückkehr in die Stammformen ist vorzüglich von dem geistreichen Reisenden Moritz Wagner in München hervorgehoben worden. In einem besonderen Schriftchen über „Die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen“ [40]) führt Wagner aus seiner eigenen reichen Erfahrung eine große Anzahl von treffenden Beispielen an, welche die von Darwin im elften und zwölften Kapitel seines Buches gegebene Migrationstheorie bestätigen, und welche ganz besonders den Nutzen der völligen Isolirung der ausgewanderten Organismen für die Entstehung neuer Species erörtern. Wagner faßt die einfachen Ursachen, „welche die Form räumlich abgegrenzt und in ihrer typischen Verschiedenheit begründet haben“ in folgenden drei Sätzen zusammen: „1. Je größer die Summe der Veränderungen in den bisherigen Lebensbedingungen ist, welche emigrirende Individuen bei Einwanderung in einem neuen Gebiete finden, desto intensiver muß die jedem Organismus inne wohnende Variabilität sich äußern. 2. Je weniger diese gesteigerte individuelle Veränderlichkeit der Organismen im ruhigen Fortbildungsprozeß durch die Vermischung zahlreicher nachrückender Einwanderer der gleichen Art gestört wird, desto häufiger wird der Natur durch Summirung und Vererbung der neuen Merkmale die Bildung einer neuen Varietät (Abart oder Rasse), d. i. einer beginnenden Art, gelingen. 3. Je vortheilhafter für die Abart die in den einzelnen Organen erlittenen Veränderungen sind, je besser letztere den umgebenden Verhältnissen sich anpassen, und je länger die ungestörte Züchtung einer beginnenden Varietät von Kolonisten in einem neuen Territorium ohne Mischung mit nachrückenden Einwanderern derselben Art fortdauert, desto häufiger wird aus der Abart eine neue Art entstehen.“

Diesen drei Sätzen von Moritz Wagner kann Jeder beistimmen. Für vollkommen irrig müssen wir dagegen seine Vorstellung halten, daß die Wanderung und die darauf folgende Isolirung der ausgewanderten Individuen eine nothwendige Bedingung für die

Entstehung neuer Arten sei. Wagner sagt: „Ohne eine lange Zeit dauernde Trennung der Kolonisten von ihren früheren Artgenossen kann die Bildung einer neuen Rasse nicht gelingen, kann die Zuchtwahl überhaupt nicht stattfinden. Unbeschränkte Kreuzung, ungehinderte geschlechtliche Vermischung aller Individuen einer Species wird stets Gleichförmigkeit erzeugen und Varietäten, deren Merkmale nicht durch eine Reihe von Generationen fixirt worden sind, wieder in den Urschlag zurückstoßen."

Diesen Satz, in welchem Wagner selbst das Hauptresultat seiner Arbeit zusammenfaßt, würde er nur in dem Falle überhaupt vertheidigen können, wenn alle Organismen getrennten Geschlechts wären, wenn jede Entstehung neuer Individuen nur durch Vermischung männlicher und weiblicher Individuen möglich wäre. Das ist nun aber durchaus nicht der Fall. Merkwürdiger Weise sagt Wagner gar Nichts von den zahlreichen Zwittern, die, im Besitz von beiderlei Geschlechtsorganen, der Selbstbefruchtung fähig sind, und ebenso Nichts von den zahllosen Organismen, die überhaupt noch nicht geschlechtlich differenzirt sind.

Nun hat es aber seit frühester Zeit der organischen Erdgeschichte tausende von Organismenarten gegeben, und giebt deren tausende noch heute, bei denen noch gar kein Geschlechtsunterschied, überhaupt noch gar keine geschlechtliche Fortpflanzung vorkömmt, und die sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospung, Sporenbildung u. s. w. fortpflanzen. Die ganze große Masse der Protisten, die Moneren, Amoeboiden, Myxomyceten, Rhizopoden u. s. w., kurz alle die niederen Organismen, die wir in dem zwischen Thier- und Pflanzenreich stehenden Protistenreich aufführen werden, pflanzen sich ausschießlich auf ungeschlechtlichem Wege fort! Und zu diesen gehört eine der formenreichsten Organismenklassen, ja sogar in gewisser Beziehung die formenreichste von allen, indem alle möglichen geometrischen Grundformen in ihr verkörpert sind. Das ist die wunderbare Klasse der Rhizopoden oder Wurzel-

füßer, zu welcher die kalkschaligen Acyttarien und die kieselschaligen Radiolarien gehören. (Vergl. den XVI. Vortrag).

Auf alle diese ungeschlechtlichen Organismen würde also selbstverständlich die Wagner'sche Theorie gar nicht anwendbar sein. Dasselbe würde aber ferner auch von allen jenen Zwittern oder Hermaphroditen gelten, bei denen jedes Individuum, im Besitze von männlichen und weiblichen Organen, der Selbstbefruchtung fähig ist. Das ist z. B. bei den Strudelwürmern, Saugwürmern und Bandwürmern, wie überhaupt bei sehr vielen Würmern der Fall, ferner bei den wichtigen Manteltieren, den wirbellosen Verwandten der Wirbeltiere, und bei sehr vielen anderen Organismen aus verschiedenen Gruppen. Viele von diesen Arten sind durch natürliche Züchtung entstanden, ohne daß eine „Kreuzung" der entstehenden Species mit ihrer Stammform überhaupt möglich war.

Wie ich schon im achten Vortrage Ihnen zeigte, ist die Entstehung der beiden Geschlechter und somit die ganze geschlechtliche Fortpflanzung überhaupt als ein Vorgang aufzufassen, der erst in späterer Zeit der organischen Erdgeschichte in Folge von Differenzirung oder Arbeitstheilung eingetreten ist. Die ältesten Organismen der Erde können sich jedenfalls nur auf dem einfachsten ungeschlechtlichen Wege fortgepflanzt haben. Selbst jetzt noch vermehren sich alle Protisten, ebenso wie alle die zahllosen Zellenformen, welche den Körper der höheren Organismen zusammensetzen, nur durch ungeschlechtliche Zeugung. Und doch entstehen hier überall durch Differenzirung in Folge von natürlicher Züchtung „neue Arten".

Aber selbst wenn wir bloß die Thier- und Pflanzenarten mit getrennten Geschlechtern hier in Betracht ziehen wollten, so würden wir doch auch für diese Wagner's Hauptsatz, daß „die Migration der Organismen und deren Koloniebildung die nothwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl seien", bestreiten müssen. Schon August Weismann hat in seiner Schrift „Ueber den Einfluß der Isolirung auf die Artbildung"[24]) jenen Satz hinreichend widerlegt und gezeigt, daß auch in einem und

demselben Wohnbezirke eine Species sich in mehrere Arten durch natürliche Züchtung spalten kann. Indem ich mich diesen Bemerkungen anschließe, möchte ich aber noch besonders den hohen Werth nochmals hervorheben, den die Arbeitstheilung oder Differenzirung als die nothwendige Folge der natürlichen Züchtung besitzt. Alle die verschiedenen Zellenarten, die den Körper der höheren Organismen zusammensetzen, die Nervenzellen, Muskelzellen, Drüsenzellen u. s. w., alle diese „guten Arten", diese „bonae species" von Elementarorganismen, sind bloß durch Arbeitstheilung in Folge von natürlicher Züchtung entstanden, trotzdem sie nicht nur niemals räumlich isolirt, sondern sogar seit ihrer Entstehung immer im engsten räumlichen Verbande neben einander existirt haben. Dasselbe aber, was von diesen Elementarorganismen oder „Individuen erster Ordnung" gilt, das gilt auch von den vielzelligen Organismen höherer Ordnung, die als „gute Arten" erst später aus ihrer Zusammensetzung entstanden sind[37]).

Wir sind demnach zwar mit Darwin und Wallace der Ansicht, daß die Wanderung der Organismen und ihre Isolirung in der neuen Heimath eine sehr günstige und vortheilhafte Bedingung für die Entstehung neuer Arten ist. Daß sie aber dafür eine nothwendige Bedingung sei, und daß ohne dieselbe keine neuen Arten entstehen können, wie Wagner behauptet, können wir nicht zugeben. Wenn Wagner diese Ansicht, „daß die Migration die nothwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl sei", als ein besonderes „Migrationsgesetz" aufstellt, so halten wir dasselbe durch die angeführten Thatsachen für widerlegt. Wir haben überdies schon früher gezeigt, daß eigentlich die Entstehung neuer Arten durch natürliche Züchtung eine mathematische und logische Nothwendigkeit ist, welche ohne Weiteres aus der einfachen Verbindung von drei großen Thatsachen folgt. Diese drei fundamentalen Thatsachen sind: der Kampf um's Dasein, die Anpassungsfähigkeit und die Vererbungsfähigkeit der Organismen (vergl. S. 151).

Auf die zahlreichen interessanten Erscheinungen, welche die geo-

graphiſche und topographiſche Verbreitung der Organismenarten im Einzelnen darbietet, und welche ſich alle wunderſchön aus der Theorie der Selection und Migration erklären, können wir hier nicht eingehen. Ich verweiſe Sie in dieſer Beziehung auf die angeführten Schriften von Darwin[1]), Wallace[36]) und Moritz Wagner[40]), in denen die wichtige Lehre von den Verbreitungsſchranken, den Flüſſen, Meeren und Gebirgen, vortrefflich erörtert und durch zahlreiche Beiſpiele erläutert iſt. Nur drei Erſcheinungen mögen noch wegen ihrer beſonderen Bedeutung hier namentlich hervorgehoben werden. Das iſt erſtens die nahe Formverwandtſchaft, die auffallende „Familienähnlichkeit", welche zwiſchen den charakteriſtiſchen Lokalformen jedes Erdtheils und ihren ausgeſtorbenen, foſſilen Vorfahren in demſelben Erdtheil exiſtirt; — zweitens die nicht minder auffallende „Familienähnlichkeit" zwiſchen den Bewohnern von Inſelgruppen und denjenigen des nächſt angrenzenden Feſtlandes, von welchem aus die Inſeln bevölkert wurden; — und endlich drittens der ganz eigenthümliche Charakter, welchen die Flora und Fauna der Inſeln überhaupt in ihrer Zuſammenſetzung zeigt.

Alle dieſe von Darwin, Wallace und Wagner angeführten chorologiſchen Thatſachen, namentlich die merkwürdigen Erſcheinungen der beſchränkten Lokal-Faunen und Floren, die Verhältniſſe der Inſelbewohner zu den Feſtlandbevölkerungen, die weite Verbreitung der ſogenannten „kosmopolitiſchen Species", die nahe Verwandtſchaft lokaler Species der Gegenwart mit den ausgeſtorbenen Arten deſſelben beſchränkten Gebietes, die nachweisliche Ausſtrahlung jeder Art von einem einzigen Schöpfungsmittelpunkte — alle dieſe und alle übrigen Erſcheinungen, welche uns die geographiſche und topographiſche Verbreitung der Organismen darbietet, erklären ſich einfach und vollſtändig aus der Selections- und Migrationstheorie, während ſie ohne dieſelbe überhaupt nicht zu begreifen ſind. Wir erblicken daher in allen dieſen Erſcheinungsreihen einen neuen gewichtigen Beweis für die Wahrheit der Deſcendenztheorie.

# Fünfzehnter Vortrag.

## Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden.

---

Reform der Systematik durch die Descendenztheorie. Das natürliche System als Stammbaum. Paläontologische Urkunden des Stammbaumes. Die Versteinerungen als Denkmünzen der Schöpfung. Ablagerung der neptunischen Schichten und Einschluß der organischen Reste. Eintheilung der organischen Erdgeschichte in fünf Hauptperioden: Zeitalter der Tangwälder, Farnwälder, Nadelwälder, Laubwälder und Kulturwälder. System der neptunischen Schichten. Unermeßliche Dauer der während ihrer Bildung verflossenen Zeiträume. Ablagerung der Schichten nur während der Senkung, nicht während der Hebung des Bodens. Andere Lücken der Schöpfungsurkunde. Metamorphischer Zustand der ältesten neptunischen Schichten. Geringe Ausdehnung der paläontologischen Erfahrungen. Geringer Bruchtheil der versteinerungsfähigen Organismen und organischen Körpertheile. Seltenheit vieler versteinerten Arten. Mangel fossiler Zwischenformen. Die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Meine Herren! Von dem umgestaltenden Einfluß, welchen die Abstammungslehre auf alle Wissenschaften ausüben muß, wird wahrscheinlich nächst der Anthropologie kein anderer Wissenschaftszweig so sehr betroffen werden, als der beschreibende Theil der Naturgeschichte, die systematische Zoologie und Botanik. Die meisten Naturforscher, die sich bisher mit der Systematik der Thiere und Pflanzen beschäftigten, sammelten, benannten und ordneten die verschiedenen Arten dieser Naturkörper mit einem ähnlichen Interesse, wie die Alterthumsforscher und Ethnographen die Waffen und Geräthschaften der verschiedenen

Völker ſammeln. Viele erhoben ſich ſelbſt nicht über denjenigen Grad der Wißbegierde, mit dem man Wappen, Briefmarken und ähnliche Kurioſitäten zu ſammeln, zu etikettiren und zu ordnen pflegt. In ähnlicher Weiſe wie dieſe Sammler an der Formenmannichfaltigkeit, Schönheit oder Seltſamkeit der Wappen, Briefmarken u. ſ. w. ihre Freude finden, und dabei die erfinderiſche Bildungskunſt der Menſchen bewundern, in ähnlicher Weiſe ergötzen ſich die meiſten Naturforſcher an den mannichfaltigen Formen der Thiere und Pflanzen, und erſtaunen über die reiche Phantaſie des Schöpfers, über ſeine unermüdliche Schöpfungsthätigkeit und über die ſeltſame Laune, in welcher er neben ſo vielen ſchönen und nützlichen Organismen auch eine Anzahl häßlicher und unnützer Formen gebildet habe.

Dieſe kindliche Behandlung der ſyſtematiſchen Zoologie und Botanik wird durch die Abſtammungslehre gründlich vernichtet. An die Stelle des oberflächlichen und ſpielenden Intereſſes, mit welchem die Meiſten bisher die organiſchen Geſtalten betrachteten, tritt das weit höhere Intereſſe des erkennenden Verſtandes, welcher in der Formverwandtſchaft der Organismen ihre wahre Blutsverwandtſchaft erblickt. Das natürliche Syſtem der Thiere und Pflanzen, welches man früher entweder nur als Namenregiſter zur überſichtlichen Ordnung der verſchiedenen Formen oder als Sachregiſter zum kurzen Ausdruck ihres Aehnlichkeitsgrades ſchätzte, erhält durch die Abſtammungslehre den ungleich höheren Werth eines wahren Stammbaumes der Organismen. Dieſe Stammtafel ſoll uns den genealogiſchen Zuſammenhang der kleineren und größeren Gruppen enthüllen. Sie ſoll zu zeigen verſuchen, in welcher Weiſe die verſchiedenen Klaſſen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten des Thier- und Pflanzenreichs den verſchiedenen Zweigen, Aeſten und Aſtgruppen ihres Stammbaums entſprechen. Jede weitere und höher ſtehende Kategorie oder Gruppenſtufe des Syſtems (z. B. Klaſſe, Ordnung) umfaßt eine Anzahl von größeren und ſtärkeren Zweigen des Stammbaums, jede engere und tiefer ſtehende Kategorie (z. B. Gattung, Art) nur eine kleinere und ſchwächere

Gruppe von Aestchen. Nur wenn wir in dieser Weise das natürliche System als Stammbaum betrachten, können wir den wahren Werth desselben erkennen. (Gen. Morph. II, S. XVII, 397).

Indem wir an dieser genealogischen Auffassung des organischen Systems, welcher ohne Zweifel allein die Zukunft gehört, festhalten, können wir uns jetzt zu einer der wesentlichsten, aber auch schwierigsten Aufgaben der „natürlichen Schöpfungsgeschichte" wenden, nämlich zur wirklichen Konstruktion der organischen Stammbäume. Lassen Sie uns sehen, wie weit wir vielleicht schon jetzt im Stande sind, alle verschiedenen organischen Formen als die divergenten Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen gemeinschaftlichen Stammformen nachzuweisen. Wie können wir uns aber den wirklichen Stammbaum der thierischen und pflanzlichen Formengruppen aus den dürftigen und fragmentarischen, bis jetzt darüber gewonnenen Erfahrungen konstruiren? Die Antwort hierauf liegt schon zum Theil in demjenigen, was wir früher über den Parallelismus der drei Entwickelungsreihen bemerkt haben, über den wichtigen ursächlichen Zusammenhang, welcher die paläontologische Entwickelung der ganzen organischen Stämme mit der embryologischen Entwickelung der Individuen und mit der systematischen Entwickelung der Gruppenstufen verbindet.

Zunächst werden wir uns zur Lösung dieser schwierigen Aufgabe an die Paläontologie oder Versteinerungskunde zu wenden haben. Denn wenn wirklich die Descendenztheorie wahr ist, wenn wirklich die versteinerten Reste der vormals lebenden Thiere und Pflanzen von den ausgestorbenen Urahnen und Vorfahren der jetzigen Organismen herrühren, so müßte uns eigentlich ohne Weiteres die Kenntniß und Vergleichung der Versteinerungen den Stammbaum der Organismen aufdecken. So einfach und einleuchtend nach dem theoretisch entwickelten Prinzip Ihnen dies erscheinen wird, so außerordentlich schwierig und verwickelt gestaltet sich die Aufgabe, wenn man sie wirklich in Angriff nimmt. Ihre praktische Lösung würde schon sehr schwierig sein, wenn die Versteinerungen einiger-

maßen vollständig erhalten wären. Das ist aber keineswegs der Fall. Vielmehr ist die handgreifliche Schöpfungsurkunde, welche in den Versteinerungen begraben liegt, über alle Maaßen unvollständig. Daher erscheint es jetzt vor Allem nothwendig, diese Urkunde kritisch zu prüfen, und den Werth, welchen die Versteinerungen für die Entwickelungsgeschichte der organischen Stämme besitzen, zu bestimmen. Da ich Ihnen die allgemeine Bedeutung der Versteinerungen als „Denkmünzen der Schöpfung" bereits früher erörtert habe, als wir Cuvier's Verdienste um die Petrefaktenkunde betrachteten, so können wir jetzt sogleich zur Untersuchung der Bedingungen und Verhältnisse übergehen, unter denen die organischen Körperreste versteinert und in mehr oder weniger kenntlicher Form erhalten wurden.

In der Regel finden wir Versteinerungen oder Petrefakten nur in denjenigen Gesteinen eingeschlossen, welche schichtenweise als Schlamm im Wasser abgelagert wurden, und welche man deshalb neptunische, geschichtete oder sedimentäre Gesteine nennt. Die Ablagerung solcher Schichten konnte natürlich erst beginnen, nachdem im Verlaufe der Erdgeschichte die Verdichtung des Wasserdampfes zu tropfbar-flüssigem Wasser erfolgt war. Seit diesem Zeitpunkt, welchen wir im letzten Vortrage bereits betrachtet hatten, begann nicht allein das Leben auf der Erde, sondern auch eine ununterbrochene und höchst wichtige Umgestaltung der erstarrten anorganischen Erdrinde. Das Wasser begann seitdem jene außerordentlich wichtige mechanische Wirksamkeit, durch welche die Erdoberfläche fortwährend, wenn auch langsam, umgestaltet wird. Ich darf wohl als bekannt voraussetzen, welchen außerordentlich bedeutenden Einfluß in dieser Beziehung noch jetzt das Wasser in jedem Augenblick ausübt. Indem es als Regen niederfällt, die obersten Schichten der Erdrinde durchsickert und von den Erhöhungen in die Vertiefungen herabfließt, löst es verschiedene mineralische Bestandtheile des Bodens chemisch auf und spült mechanisch die locker zusammenhängenden Theilchen ab. An den Bergen herabfließend führt das Wasser den Schutt derselben in die Ebene oder lagert ihn als Schlamm im stehenden

Wasser ab. So arbeitet es beständig an einer Erniedrigung der Berge und Ausfüllung der Thäler. Ebenso arbeitet die Brandung des Meeres ununterbrochen an der Zerstörung der Küsten und an der Auffüllung des Meerbodens durch die herabgeschlämmten Trümmer. So würde schon die Thätigkeit des Wassers allein, wenn sie nicht durch andere Umstände wieder aufgewogen würde, mit der Zeit die ganze Erde nivelliren. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Gebirgsmassen, welche alljährlich als Schlamm dem Meere zugeführt werden und sich auf dessen Boden absetzen, so bedeutend sind, daß im Verlauf einer längeren oder kürzeren Periode, vielleicht von wenigen Millionen Jahren, die Erdoberfläche vollkommen geebnet und von einer zusammenhängenden Wasserschale umschlossen werden würde. Daß dies nicht geschieht, verdanken wir der fortdauernden vulkanischen Gegenwirkung des feurig-flüssigen Erdinneren. Diese Reaktion des geschmolzenen Kerns gegen die feste Rinde bedingt ununterbrochen wechselnde Hebungen und Senkungen an den verschiedensten Stellen der Erdoberfläche. Meistens geschehen diese Hebungen und Senkungen sehr langsam; allein indem sie Jahrtausende hindurch fortdauern, bringen sie durch Summirung der kleinen Einzelwirkungen nicht minder großartige Resultate hervor, wie die entgegenwirkende und nivellirende Thätigkeit des Wassers.

Indem die Hebungen und Senkungen der verschiedenen Erdtheile im Laufe von Jahrmillionen vielfach mit einander wechseln, kömmt bald dieser bald jener Theil der Erdoberfläche über oder unter den Spiegel des Meeres. Beispiele dafür habe ich schon in dem vorhergehenden Vortrage angeführt (S. 321.) Es giebt wahrscheinlich keinen Oberflächentheil der Erdrinde, der nicht in Folge dessen schon wiederholt über oder unter dem Meeresspiegel gewesen wäre. Durch diesen vielfachen Wechsel erklärt sich die Mannichfaltigkeit und die verschiedenartige Zusammensetzung der zahlreichen neptunischen Gesteinschichten, welche sich an den meisten Stellen in beträchtlicher Dicke über einander abgelagert haben. In den verschiedenen Geschichtsperioden, während deren die Ablagerung statt fand, lebte eine mannichfach verschiedene

Bevölkerung von Thieren und Pflanzen. Wenn die Leichen derſelben auf den Boden der Gewäſſer herabſanken, drückten ſie ihre Körperform in dem weichen Schlamme ab, und unverwesliche Theile, harte Knochen, Zähne, Schalen u. ſ. w. wurden unzerſtört in demſelben eingeſchloſſen. Sie blieben in dem Schlamm, der ſich zu neptuniſchen Geſtein verdichtete, erhalten, und dienten nun als Verſteinerungen zur Charakteriſtik der betreffenden Schichten. Durch ſorgfältige Vergleichung der verſchiedenen über einander gelagerten Schichten und der in ihnen enthaltenen Verſteinerungen iſt es ſo möglich geworden, ſowohl das relative Alter der Schichten und Schichtengruppen zu beſtimmen, als auch die Hauptmomente der Phylogenie oder der Entwickelungsgeſchichte der Thier- und Pflanzenſtämme empiriſch feſtzuſtellen.

Die verſchiedenen über einander abgelagerten Schichten der neptuniſchen Geſteine, welche in ſehr mannichfaltiger Weiſe aus Kalk, Thon und Sand zuſammengeſetzt ſind, haben die Geologen gruppenweiſe in ein ideales Syſtem zuſammengeſtellt, welches dem ganzen Zuſammenhange der organiſchen Erdgeſchichte entſpricht, d. h. desjenigen Theiles der Erdgeſchichte, während deſſen organiſches Leben exiſtirte. Wie die ſogenannte „Weltgeſchichte" in größere oder kleinere Perioden zerfällt, welche durch den zeitweiligen Entwickelungszuſtand der bedeutendſten Völker charakteriſirt und durch hervorragende Ereigniſſe von einander abgegrenzt werden, ſo theilen wir auch die unendlich längere organiſche Erdgeſchichte in eine Reihe von größeren oder kleineren Perioden ein. Jede dieſer Perioden iſt durch eine charakteriſtiſche Flora und Fauna, durch die beſonders ſtarke Entwickelung einer beſtimmten Pflanzen- oder Thiergruppe ausgezeichnet, und jede iſt von der vorhergehenden und folgenden Periode durch einen auffallenden theilweiſen Wechſel in der Zuſammenſetzung der Thier- und Pflanzenbevölkerung getrennt.

Für die nachfolgende Ueberſicht des hiſtoriſchen Entwickelungsganges, den die großen Thier- und Pflanzenſtämme genommen haben, iſt es nothwendig, zunächſt hier die ſyſtematiſche Klaſſifikation der neptuniſchen Schichtengruppen und der denſelben entſprechenden

größeren und kleineren Geſchichtsperioden anzugeben. Wie Sie ſogleich ſehen werden, ſind wir im Stande, die ganze Maſſe der übereinanderliegenden Sedimentgeſteine in fünf oberſte Hauptgruppen oder Terrains, jedes Terrain in mehrere untergeordnete Schichtengruppen oder Syſteme und jedes Syſtem von Schichten wiederum in noch kleinere Gruppen oder Formationen einzutheilen; endlich kann auch jede Formation wieder in Etagen oder Unterformationen, und jede von dieſen wiederum in noch kleinere Lagen, Bänke u. ſ. w. eingetheilt werden. Jedes der fünf großen Terrains wurde während eines großen Hauptabſchnittes der Erdgeſchichte, während eines Zeitalters, abgelagert; jedes Syſtem während einer kürzeren Periode, jede Formation während einer noch kürzeren Epoche u. ſ. w. Indem wir ſo die Zeiträume der organiſchen Erdgeſchichte und die während derſelben abgelagerten neptuniſchen und verſteinerungsführenden Erdſchichten in ein gegliedertes Syſtem bringen, verfahren wir genau wie die Hiſtoriker, welche die Völkergeſchichte in die drei Hauptabſchnitte des Alterthums, des Mittelalters und der Neuzeit, und jeden dieſer Abſchnitte wieder in untergeordnete Perioden und Epochen eintheilen. Wie aber der Hiſtoriker durch dieſe ſcharfe ſyſtematiſche Eintheilung und durch die beſtimmte Abgrenzung der Perioden durch einzelne Jahreszahlen nur die Ueberſicht erleichtern und keineswegs den ununterbrochenen Zuſammenhang der Ereigniſſe und der Völkerentwickelung leugnen will, ſo gilt ganz daſſelbe auch von unſerer ſyſtematiſchen Eintheilung, Specifikation oder Klaſſifikation der organiſchen Erdgeſchichte. Auch hier geht der rothe Faden der zuſammenhängenden Entwickelung überall ununterbrochen hindurch. Wir verwahren uns alſo ausdrücklich gegen die Anſchauung, als wollten wir durch unſere ſcharfe Abgrenzung der größeren und kleineren Schichtengruppen und der ihnen entſprechenden Zeiträume irgendwie an Cuvier's Lehre von den Erdrevolutionen und von den wiederholten Neuſchöpfungen der organiſchen Bevölkerung anknüpfen. Daß dieſe irrige Lehre durch Lyell längſt gründlich widerlegt iſt, habe ich Ihnen bereits früher gezeigt. (Vergl. S. 113.)

Die fünf großen Hauptabſchnitte der organiſchen Erdgeſchichte oder der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte bezeichnen wir als primordiales, primäres, ſekundäres, tertiäres und quartäres Zeitalter. Jedes iſt durch die vorwiegende Entwickelung beſtimmter Thier- und Pflanzengruppen in demſelben beſtimmt charakteriſirt, und wir könnten demnach auch die fünf Zeitalter einerſeits durch die natürlichen Hauptgruppen des Pflanzenreichs, andererſeits durch die verſchiedenen Klaſſen des Wirbelthierſtammes anſchaulich bezeichnen. Dann wäre das erſte oder primordiale Zeitalter dasjenige der Tange und Schädelloſen, das zweite oder primäre Zeitalter das der Farne und Fiſche, das dritte oder ſekundäre Zeitalter das der Nadelwälder und Schleicher, das vierte oder tertiäre Zeitalter das der Laubwälder und Säugethiere, endlich das fünfte oder quartäre Zeitalter dasjenige des Menſchen und ſeiner Kultur. Die Abſchnitte oder Perioden, welche wir in jedem der fünf Zeitalter unterſcheiden (S. 344), werden durch die verſchiedenen Syſteme von Schichten beſtimmt, in die jedes der fünf großen Terrains zerfällt (S. 345). Laſſen Sie uns jetzt noch einen flüchtigen Blick auf die Reihe dieſer Syſteme und zugleich auf die Bevölkerung der fünf großen Zeitalter werfen.

Den erſten und längſten Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte bildet die Primordialzeit oder das Zeitalter der Tangwälder, das auch das archolithiſche oder archozoiſche Zeitalter genannt werden kann. Es umfaßt den ungeheuren Zeitraum von der erſten Urzeugung, von der Entſtehung des erſten irdiſchen Organismus, bis zum Ende der ſiluriſchen Schichtenbildung. Während dieſes unermeßlichen Zeitraums, welcher wahrſcheinlich viel länger war, als alle übrigen vier Zeiträume zuſammengenommen, lagerten ſich die drei mächtigſten von allen neptuniſchen Schichtenſyſtemen ab, nämlich zu unterſt das laurentiſche, darüber das cambriſche und darüber das ſiluriſche Syſtem. Die ungefähre Dicke oder Mächtigkeit dieſer drei Syſteme zuſammengenommen beträgt ſiebzigtauſend Fuß. Davon kommen ungefähr 30,000 auf das laurentiſche, 18,000 auf das cambriſche und 22,000 auf das ſiluriſche Syſtem. Die

durchschnittliche Mächtigkeit aller vier übrigen Terrains, des primären, sekundären, tertiären und quartären zusammengenommen, mag dagegen etwa höchstens 60,000 Fuß betragen, und schon hieraus, abgesehen von vielen anderen Gründen, ergiebt sich, daß die Dauer der Primordialzeit wahrscheinlich viel länger war, als die Dauer der folgenden Zeitalter bis zur Gegenwart zusammengenommen. Viele Millionen von Jahrhunderten müssen zur Ablagerung solcher Schichtenmassen erforderlich gewesen sein. Leider befindet sich der bei weitem größte Theil der primordialen Schichtengruppen in dem sogleich zu erörternden metamorphischen Zustande, und dadurch sind die in ihnen enthaltenen Versteinerungen, die ältesten und wichtigsten von allen, größtentheils zerstört und unkenntlich geworden. Nur aus einem Theile der cambrischen und silurischen Schichten sind Petrefakten in größerer Menge und in kenntlichem Zustande erhalten worden. Die älteste von allen deutlich erhaltenen Versteinerungen, das später noch zu beschreibende „kanadische Morgenwesen" (Eozoon canadense) ist in den untersten laurentischen Schichten (in der Ottawaformation, am Lorenzostrome) gefunden worden.

Trotzdem die primordialen oder archolithischen Versteinerungen uns nur zum bei weitem kleinsten Theile in kenntlichem Zustande erhalten sind, besitzen dieselben dennoch den Werth unschätzbarer Dokumente für diese älteste und dunkelste Zeit der organischen Erdgeschichte. Zunächst scheint daraus hervorzugehen, daß während dieses ganzen ungeheuren Zeitraums nur Wasserbewohner existirten. Wenigstens ist bis jetzt unter allen archolithischen Petrefakten noch kein einziges gefunden worden, welches man mit Sicherheit auf einen landbewohnenden Organismus beziehen könnte. Alle Pflanzenreste, die wir aus der Primordialzeit besitzen, gehören zu der niedrigsten von allen Pflanzengruppen, zu der im Wasser lebenden Klasse der Tange oder Algen. Diese bildeten in dem warmen Urmeere der Primordialzeit mächtige Wälder, von deren Formenreichthum und Dichtigkeit uns noch heutigen Tages ihre Epigonen, die Tangwälder des atlantischen Sargassomeeres, eine ungefähre Vorstellung geben mögen. Die ko-

loſſalen Tangwälder der archolithiſchen Zeit erſetzten damals die noch gänzlich fehlende Waldvegetation des Feſtlandes. Gleich den Pflanzen lebten auch alle Thiere, von denen man Reſte in den archolithiſchen Schichten gefunden hat, im Waſſer. Von den Gliederfüßern finden ſich nur Krebsthiere, noch keine Spinnen und Inſekten. Von den Wirbelthieren ſind nur ſehr wenige Fiſchreſte bekannt, welche ſich in den jüngſten von allen primordialen Schichten, in der oberen Silurformation vorfinden. Dagegen müſſen die kopfloſen Wirbelthiere, welche wir *Schädelloſe* oder *Akranien* nennen, und aus denen ſich die Fiſche erſt entwickeln konnten, maſſenhaft während der Primordialzeit gelebt haben. Daher können wir ſie ſowohl nach den *Schädelloſen* als nach den *Tangen* benennen.

Die *Primärzeit* oder das *Zeitalter der Farnwälder*, der zweite Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte, welchen man auch das paläolithiſche oder paläozoiſche Zeitalter nennt, dauerte vom Ende der ſiluriſchen Schichtenbildung bis zum Ende der permiſchen Schichtenbildung. Auch dieſer Zeitraum war von ſehr langer Dauer und zerfällt wiederum in drei Perioden, während deren ſich drei mächtige Schichtenſyſteme ablagerten, nämlich zu unterſt das *devoniſche* Syſtem oder der alte rothe Sandſtein, darüber das *carboniſche* oder Steinkohlenſyſtem, und darüber das *permiſche* Syſtem oder der neue rothe Sandſtein und der Zechſtein. Die durchſchnittliche Dicke dieſer drei Syſteme zuſammengenommen mag etwa 42,000 Fuß betragen, woraus ſich ſchon die ungeheure Länge der für ihre Bildung erforderlichen Zeiträume ergiebt.

Die devoniſchen und permiſchen Formationen ſind vorzüglich reich an Fiſchreſten, ſowohl an Urfiſchen, als an Schmelzfiſchen. Aber noch fehlen in der primären Zeit gänzlich die Knochenfiſche. In der Steinkohle finden ſich die älteſten Reſte von landbewohnenden Thieren, und zwar ſowohl Gliederthieren (Spinnen und Inſekten) als Wirbelthieren (Amphibien). Im permiſchen Syſtem kommen zu den Amphibien noch die höher entwickelten Schleicher oder Reptilien, und zwar unſeren Eidechſen nahverwandte Formen (Proterosaurus ꝛc.).

Trotzdem können wir das primäre Zeitalter das der Fische nennen, weil diese wenigen Amphibien und Reptilien ganz gegen die ungeheure Menge der paläolithischen Fische zurücktreten. Ebenso wie die Fische unter den Wirbelthieren, so herrschten unter den Pflanzen während dieses Zeitraums die Farnpflanzen oder Filicinen vor, und zwar sowohl echte Farnkräuter und Farnbäume (Laubfarne oder Phyllopteriden) als Schaftfarne (Calamophyten) und Schuppenfarne (Lepidophyten). Diese landbewohnenden Farne oder Filicinen bildeten die Hauptmasse der dichten paläolithischen Inselwälder, deren fossile Reste uns in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenlagern des carbonischen Systems und in den schwächeren Kohlenlagern des devonischen und permischen Systems erhalten sind. Sie berechtigen uns, die Primärzeit eben sowohl das Zeitalter der Farne, als das der Fische zu nennen.

Der dritte große Hauptabschnitt der paläontologischen Entwickelungsgeschichte wird durch die Sekundärzeit oder das Zeitalter der Nadelwälder gebildet, welches auch das mesolithische oder mesozoische Zeitalter genannt wird. Es reicht vom Ende der permischen Schichtenbildung bis zum Ende der Kreideschichtenbildung, und zerfällt abermals in drei große Perioden. Die während dessen abgelagerten Schichtensysteme sind zu unterst das Triassystem, in der Mitte das Jurasystem, und zu oberst das Kreidesystem. Die durchschnittliche Dicke dieser drei Systeme zusammengenommen bleibt schon weit hinter derjenigen der primären Systeme zurück und beträgt im Ganzen nur ungefähr 15,000 Fuß. Die Sekundärzeit wird demnach wahrscheinlich nicht halb so lang als die Primärzeit gewesen sein.

Wie in der Primärzeit die Fische, so herrschen in der Sekundärzeit die Schleicher oder Reptilien über alle übrigen Wirbelthiere vor. Zwar entstanden während dieses Zeitraums die ersten Vögel und Säugethiere; auch lebten damals wichtige Amphibien, nämlich die riesigen Labyrinthodonten; im Meere schwammen die wunderbaren Seedrachen oder Halisaurier umher, und zu den zahlreich vorhandenen Urfischen und Schmelzfischen der älteren Zeit gesell-

# Ueberſicht

## der paläontologiſchen Perioden oder der größeren Zeitabſchnitte der organiſchen Erdgeſchichte.

### I. Erſter Zeitraum: **Archolithiſches Zeitalter.** Primordial-Zeit.

(Zeitalter der Schädelloſen und der Tangwälder.)

| | | |
|---|---|---|
| 1. Aeltere Archolith-Zeit | oder | Laurentiſche Periode. |
| 2. Mittlere Archolith-Zeit | = | Cambriſche Periode. |
| 3. Neuere Archolith-Zeit | = | Siluriſche Periode. |

### II. Zweiter Zeitraum: **Paläolithiſches Zeitalter.** Primär-Zeit.

(Zeitalter der Fiſche und der Farnwälder.)

| | | |
|---|---|---|
| 4. Aeltere Paläolith-Zeit | oder | Devoniſche Periode. |
| 5. Mittlere Paläolith-Zeit | = | Steinkohlen-Periode. |
| 6. Neuere Paläolith-Zeit | = | Permiſche Periode. |

### III. Dritter Zeitraum: **Meſolithiſches Zeitalter.** Sekundär-Zeit.

(Zeitalter der Reptilien und der Nadelwälder.)

| | | |
|---|---|---|
| 7. Aeltere Meſolith-Zeit | oder | Trias-Periode. |
| 8. Mittlere Meſolith-Zeit | = | Jura-Periode. |
| 9. Neuere Meſolith-Zeit | = | Kreide-Periode. |

### IV. Vierter Zeitraum: **Caenolithiſches Zeitalter.** Tertiär-Zeit.

(Zeitalter der Säugethiere und der Laubwälder.)

| | | |
|---|---|---|
| 10. Aeltere Caenolith-Zeit | oder | Eocaene Periode. |
| 11. Mittlere Caenolith-Zeit | = | Miocaene Periode. |
| 12. Neuere Caenolith-Zeit | = | Pliocaene Periode. |

### V. Fünfter Zeitraum: **Anthropolithiſches Zeitalter.** Quartär-Zeit.

(Zeitalter der Menſchen und der Kulturwälder.)

| | | |
|---|---|---|
| 13. Aeltere Anthropolith-Zeit | oder | Eiszeit. Glaciale Periode. |
| 14. Mittlere Anthropolith-Zeit | = | Poſtglaciale Periode. |
| 15. Neuere Anthropolith-Zeit | = | Kultur-Periode. |

(Die Kulturperiode iſt die hiſtoriſche Zeit oder die Periode der Ueberlieferungen.)

# Ueberſicht

der paläontologiſchen Formationen oder der verſteinerungsführenden Schichten der Erdrinde.

| Terrains | Syſteme | Formationen | Synonyme der Formationen |
|---|---|---|---|
| V. Anthropolithiſche Terrains oder anthropozoiſche (quartäre) Schichtengruppen | XIV. Recent (Alluvium) | 36. Praeſent | Oberalluviale |
| | | 35. Recent | Unteralluviale |
| | XIII. Pleiſtocaen (Diluvium) | 34. Poſtglacial | Oberdiluviale |
| | | 33. Glacial | Unterdiluviale |
| IV. Caenolithiſche Terrains oder caenozoiſche (tertiäre) Schichtengruppen | XII. Pliocaen (Neutertiär) | 32. Arvern | Oberpliocaene |
| | | 31. Subapennin | Unterpliocaene |
| | XI. Miocaen (Mitteltertiär) | 30. Falun | Obermiocaene |
| | | 29. Limburg | Untermiocaene |
| | X. Eocaen (Alttertiär) | 28. Gyps | Obereocaene |
| | | 27. Grobkalk | Mitteleocaene |
| | | 26. Londonthon | Untereocaene |
| III. Meſolithiſche Terrains oder meſozoiſche (ſekundäre) Schichtengruppen | IX. Kreide | 25. Weißkreide | Oberkreide |
| | | 24. Grünſand | Mittelkreide |
| | | 23. Neocom | Unterkreide |
| | | 22. Wealden | Wälderformation |
| | VIII. Jura | 21. Portland | Oberoolith |
| | | 20. Oxford | Mitteloolith |
| | | 19. Bath | Unteroolith |
| | | 18. Lias | Liasformation |
| | VII. Trias | 17. Keuper | Obertrias |
| | | 16. Muſchelkalk | Mitteltrias |
| | | 15. Buntſand | Untertrias |
| II. Paläolithiſche Terrains oder paläozoiſche (primäre) Schichtengruppen | VI. Permiſches (Neurothſand) | 14. Zechſtein | Oberpermiſche |
| | | 13. Neurothſand | Unterpermiſche |
| | V. Carboniſches (Steinkohle) | 12. Kohlenſand | Obercarboniſche |
| | | 11. Kohlenkalk | Untercarboniſche |
| | IV. Deboniſches (Altrothſand) | 10. Pilton | Oberdevoniſche |
| | | 9. Ilfracombe | Mitteldevoniſche |
| | | 8. Linton | Unterdevoniſche |
| I. Archolithiſche Terrains oder archozoiſche (primordiale) Schichtengruppen | III. Siluriſches | 7. Ludlow | Oberſiluriſche |
| | | 6. Landovery | Mittelſiluriſche |
| | | 5. Landeilo | Unterſiluriſche |
| | II. Cambriſches | 4. Potsdam | Obercambriſche |
| | | 3. Longmynd | Untercambriſche |
| | I. Laurentiſches | 2. Labrador | Oberlaurentiſche |
| | | 1. Ottawa | Unterlaurentiſche |

ten ſich die erſten Knochenfiſche. Allein die ganz charakteriſtiſche und überwiegende Wirbelthierklaſſe der Sekundärzeit bildeten die höchſt mannichfaltig entwickelten Reptilien. Neben ſolchen Schleichern, welche den heute noch lebenden Eidechſen, Krokodilen und Schildkröten ſehr nahe ſtanden, wimmelte es in der meſolithiſchen Zeit überall von abenteuerlich geſtalteten Drachen. Insbeſondere ſind die merkwürdigen fliegenden Eidechſen oder Pteroſaurier und die koloſſalen Landdrachen oder Dinoſaurier der Sekundärzeit ganz eigenthümlich, da ſie weder vorher noch nachher lebten. Wie man demgemäß die Sekundärzeit das Zeitalter der Schleicher oder Reptilien nennen könnte, ſo könnte ſie andrerſeits auch das Zeitalter der Nadelwälder, oder genauer der Gymnoſpermen oder Nacktſamenpflanzen heißen. Denn dieſe Pflanzengruppe, vorzugsweiſe durch die beiden wichtigen Klaſſen der Nadelhölzer oder Coniferen und der Palmfarne oder Cycadeen vertreten, ſetzte während der Sekundärzeit ganz überwiegend den Beſtand der Wälder zuſammen. Die farnartigen Pflanzen traten dagegen zurück und die Laubhölzer entwickelten ſich erſt gegen Ende des Zeitalters, in der Kreidezeit.

Viel kürzer und weniger eigenthümlich als dieſe drei erſten Zeitalter war der vierte Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte, die Tertiärzeit oder das Zeitalter der Laubwälder. Dieſer Zeitraum, welcher auch caenolithiſches oder caenozoiſches Zeitalter heißt, erſtreckte ſich vom Ende der Kreideſchichtenbildung bis zum Ende der pliocaenen Schichtenbildung. Die während deſſen abgelagerten Schichten erreichen nur ungefähr eine mittlere Mächtigkeit von 3000 Fuß und bleiben demnach weit hinter den drei erſten Terrains zurück. Auch ſind die drei Syſteme, welche man in dem tertiären Terrain unterſcheidet, nur ſchwer von einander zu trennen. Das älteſte derſelben heißt eocaenes oder alttertiäres, das mittlere miocaenes oder mitteltertiäres und das jüngſte pliocaenes oder neutertiäres Syſtem.

Die geſammte Bevölkerung der Tertiärzeit nähert ſich im Ganzen und im Einzelnen ſchon viel mehr derjenigen der Gegenwart, als es in den vorhergehenden Zeitaltern der Fall war. Unter den Wir-

belthieren überwiegt von nun an die Klasse der Säugethiere bei weitem alle übrigen. Ebenso herrscht in der Pflanzenwelt die formenreiche Gruppe der Deckſamenpflanzen oder Angioſpermen vor, deren Laubhölzer die charakteriſtiſchen Laubwälder der Tertiärzeit bildeten. Die Abtheilung der Angioſpermen beſteht aus den beiden Klaſſen der Einkeimblättrigen oder Monocotyledonen und der Zweikeimblättrigen oder Dicotyledonen. Zwar hatten ſich Angioſpermen aus beiden Klaſſen ſchon in der Kreidezeit gezeigt, und Säugethiere traten ſchon in der Jurazeit oder ſelbſt in der Triaszeit auf. Allein beide Gruppen, Säugethiere und Deckſamenpflanzen, erreichen ihre eigentliche Entwickelung und Oberherrſchaft erſt in der Tertiärzeit, ſo daß man dieſe mit vollem Rechte danach benennen kann.

Den fünften und letzten Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte bildet die Quartärzeit oder Kulturzeit, derjenige, gegen die Länge der vier übrigen Zeitalter verſchwindend kurze Zeitraum, den wir gewöhnlich in komiſcher Selbſtüberhebung die „Weltgeſchichte" zu nennen pflegen. Da die Ausbildung des Menſchen und ſeiner Kultur, welche mächtiger als alle früheren Vorgänge auf die organiſche Welt umgeſtaltend einwirkte, dieſes Zeitalter charakteriſirt, ſo könnte man daſſelbe auch die Menſchenzeit, das anthropolithiſche oder anthropozoiſche Zeitalter nennen. Es könnte allenfalls auch das Zeitalter der Kulturwälder heißen, weil ſelbſt auf den niedrigeren Stufen der menſchlichen Kultur ihr umgeſtaltender Einfluß ſich bereits in der Benutzung der Wälder und ihrer Erzeugniſſe, und ſomit auch in der Phyſiognomie der Landſchaft bemerkbar macht. Geologiſch wird der Beginn dieſes Zeitalters, welches bis zur Gegenwart reicht, durch das Ende der pliocaenen Schichtenablagerung begrenzt.

Die neptuniſchen Schichten, welche während des verhältnißmäßig kurzen quartären Zeitraums abgelagert wurden, ſind an den verſchiedenen Stellen der Erde von ſehr verſchiedener, meiſt aber von ſehr geringer Dicke. Man bringt dieſelben in zwei verſchiedene Syſteme, von denen man das ältere als diluvial oder pleiſtocaen, das neuere als alluvial oder recent bezeichnet. Das Diluvial-Sy-

stem zerfällt selbst wieder in zwei Formationen, in die älteren glacialen und die neueren postglacialen Bildungen. Während der älteren Diluvialzeit nämlich fand jene außerordentlich merkwürdige Erniedrigung der Erdtemperatur statt, welche zu einer ausgedehnten Vergletscherung der gemäßigten Zonen führte. Die hohe Bedeutung, welche diese „Eiszeit" oder Glacial-Periode für die geographische und topographische Verbreitung der Organismen gewonnen hat, ist bereits im vorhergehenden Vortrage auseinander gesetzt worden (S. 324). Auch die auf die Eiszeit folgende „Nacheiszeit", die postglaciale Periode oder die neuere Diluvialzeit, während welcher die Temperatur wiederum stieg, und das Eis sich nach den Polen zurückzog, war für die gegenwärtige Gestaltung der chorologischen Verhältnisse höchst bedeutungsvoll.

Der biologische Charakter der Quartärzeit liegt wesentlich in der Entwickelung und Ausbreitung des menschlichen Organismus und seiner Kultur. Weit mehr als jeder andere Organismus hat der Mensch umgestaltend, zerstörend und neubildend auf die Thier- und Pflanzenbevölkerung der Erde eingewirkt. Aus diesem Grunde, — nicht weil wir dem Menschen im Uebrigen eine privilegirte Ausnahmestellung in der Natur einräumen, — können wir mit vollem Rechte die Ausbreitung des Menschen mit seiner Kultur als Beginn eines besonderen letzten Hauptabschnitts der organischen Erdgeschichte bezeichnen. Wahrscheinlich fand allerdings die körperliche Entwickelung des Urmenschen aus menschenähnlichen Affen bereits in der jüngeren oder pliocaenen, vielleicht sogar schon in der mittleren oder miocaenen Tertiärzeit statt. Allein die eigentliche Entwickelung der menschlichen Sprache, welche wir als den wichtigsten Hebel für die Ausbildung der eigenthümlichen Vorzüge des Menschen und seiner Herrschaft über die übrigen Organismen betrachten, fällt wahrscheinlich erst in jenen Zeitraum, welchen man aus geologischen Gründen als pleistocaene oder diluviale Zeit von der vorhergehenden Pliocaenperiode trennt. Jedenfalls ist derjenige Zeitraum, welcher seit der Entwickelung der menschlichen Sprache bis zur Gegenwart verfloß, mag derselbe auch

viele Jahrtausende und vielleicht Hunderttausende von Jahren in Anspruch genommen haben, verschwindend gering gegen die unermeßliche Länge der Zeiträume, welche vom Beginn des organischen Lebens auf der Erde bis zur Entstehung des Menschengeschlechts verflossen.

Die vorstehende tabellarische Uebersicht zeigt Ihnen rechts (S. 345) die Reihenfolge der paläontologischen Terrains, Systeme und Formationen, d. h. der größeren und kleineren neptunischen Schichtengruppen, welche Versteinerungen einschließen, von den obersten oder alluvialen bis zu den untersten oder laurentischen Ablagerungen hinab. Die links gegenüberstehende Tabelle (S. 344) führt Ihnen die historische Eintheilung der entsprechenden Zeiträume vor, der größeren und kleineren paläontologischen Perioden, und zwar in umgekehrter Reihenfolge, von der ältesten laurentischen bis auf die jüngste quartäre Zeit hinauf. (Vergl. auch S. 352.)

Man hat viele Versuche angestellt, die Zahl der Jahrtausende, welche diese Zeiträume zusammensetzen, annähernd zu berechnen. Man verglich die Dicke der Schlammschichten, welche erfahrungsgemäß während eines Jahrhunderts sich absetzen, und welche nur wenige Linien oder Zolle betragen, mit der gesammten Dicke der geschichteten Gesteinsmassen, deren ideales System wir soeben überblickt haben. Diese Dicke mag im Ganzen durchschnittlich ungefähr 130,000 Fuß betragen, und hiervon kommen 70,000 auf das primordiale oder archolithische, 42,000 auf das primäre oder paläolithische, 15,000 auf das sekundäre oder mesolithische und endlich nur 3000 auf das tertiäre oder caenolithische Terrain. Die sehr geringe und nicht annähernd bestimmbare durchschnittliche Dicke des quartären oder anthropolithischen Terrains kommt dabei gar nicht in Betracht. Man kann sie höchstens durchschnittlich auf 500—700 Fuß anschlagen. Selbstverständlich haben aber alle diese Maßangaben nur einen ganz durchschnittlichen und annähernden Werth, und sollen nur dazu dienen, das *relative* Maßverhältniß der Schichtensysteme und der ihnen entsprechenden Zeitabschnitte ganz *ungefähr* zu überblicken.

Wenn man nun die gesammte Zeit der organischen Erdge-

schichte, d. h. den ganzen Zeitraum seit Beginn des Lebens auf der Erde bis auf den heutigen Tag, in hundert gleiche Theile theilt, und wenn man dann, dem angegebenen durchschnittlichen Dickenverhältniß der Schichtensysteme entsprechend, die relative Zeitdauer der fünf Hauptabschnitte oder Zeitalter nach Prozenten berechnet, so ergiebt sich folgendes Resultat. (Vergl. S. 352.)

| | | |
|---|---|---|
| I. | Archolithische oder Primordialzeit . . . . . | 53,6 |
| II. | Paläolithische oder Primärzeit . . . . . | 32,1 |
| III. | Mesolithische oder Sekundärzeit . . . . . | 11,5 |
| IV. | Caenolithische oder Tertiärzeit . . . . . | 2,3 |
| V. | Anthropolithische oder Quartärzeit . . . . . | 0,5 |
| | Summa | 100,0 |

Es beträgt demnach die Länge des archolithischen Zeitraums, während dessen noch gar keine landbewohnenden Thiere und Pflanzen existirten, mehr als die Hälfte, mehr als 53 Prozent, dagegen die Länge des anthropolithischen Zeitraums, während dessen der Mensch existirte, kaum ein halbes Prozent von der ganzen Länge der organischen Erdgeschichte. Es ist aber ganz unmöglich, die Länge dieser Zeiträume auch nur annähernd nach Jahren zu berechnen.

Die Dicke der Schlammschichten, welche während eines Jahrhunderts sich in der Gegenwart ablagern, und welche man als Basis für diese Berechnung benutzen wollte, ist an den verschiedenen Stellen der Erde unter den ganz verschiedenen Bedingungen, unter denen überall die Ablagerung stattfindet, natürlich ganz verschieden. Sie ist sehr gering auf dem Boden des hohen Meeres, in den Betten breiter Flüsse mit kurzem Laufe, und in Landseen, welche sehr dürftige Zuflüsse erhalten. Sie ist verhältnißmäßig bedeutend an Meeresküsten mit starker Brandung, am Ausfluß großer Ströme mit langem Lauf und in Landseen mit starken Zuflüssen. An der Mündung des Mississippi, welcher sehr bedeutende Schlammmassen mit sich fortführt, würden in 100,000 Jahren nur etwa 600 Fuß abgelagert werden. Auf dem Grunde des offenen Meeres, weit von den Küsten entfernt, werden sich während dieses langen Zeitraums nur wenige Fuß Schlamm

abſetzen. Selbſt an den Küſten, wo verhältnißmäßig viel Schlamm abgelagert wird, mag die Dicke der dadurch während eines Jahrhunderts gebildeten Schichten, wenn ſie nachher ſich zu feſtem Geſteine verdichtet haben, doch nur wenige Zolle oder Linien betragen. Jedenfalls aber bleiben alle auf dieſe Verhältniſſe gegründeten Berechnungen ganz unſicher, und wir können uns auch nicht einmal annähernd die ungeheure Länge der Zeiträume vorſtellen, welche zur Bildung jener neptuniſchen Schichtenſyſteme erforderlich waren. Nur relative, nicht abſolute Zeitmaße ſind hier anwendbar.

Man würde übrigens auch vollkommen fehlgehen, wenn man die Mächtigkeit jener Schichtenſyſteme allein als Maßſtab für die inzwiſchen wirklich verfloſſene Zeit der Erdgeſchichte betrachten wollte. Denn Hebungen und Senkungen der Erdrinde haben beſtändig mit einander gewechſelt, und aller Wahrſcheinlichkeit nach entſpricht der mineralogiſche und paläontologiſche Unterſchied, den man zwiſchen je zwei auf einanderfolgenden Schichtenſyſtemen und zwiſchen je zwei Formationen derſelben wahrnimmt, einem beträchtlichen Zwiſchenraum von vielen Jahrtauſenden, während deſſen die betreffende Stelle der Erdrinde über das Waſſer gehoben war. Erſt nach Ablauf dieſer Zwiſchenzeit, als eine neue Senkung dieſe Stelle wieder unter Waſſer brachte, fand die Ablagerung einer neuen Bodenſchicht ſtatt. Da aber inzwiſchen die anorganiſchen und organiſchen Verhältniſſe an dieſem Orte eine beträchtliche Umbildung erfahren hatten, mußte die neugebildete Schlammſchicht aus verſchiedenen Bodenbeſtandtheilen zuſammengeſetzt ſein und ganz verſchiedene Verſteinerungen einſchließen.

Die auffallenden Unterſchiede, die zwiſchen den Verſteinerungen zweier übereinander liegenden Schichten ſo häufig ſtattfinden, ſind einfach und leicht nur durch die Annahme zu erklären, daß derſelbe Punkt der Erdoberfläche *wiederholten Senkungen und Hebungen* ausgeſetzt wurde. Noch gegenwärtig finden ſolche wechſelnde Hebungen und Senkungen, welche man der Reaktion des feuer-flüſſigen Erdkerns gegen die erſtarrte Rinde zuſchreibt, in weiter Ausdehnung ſtatt. So zeigt z. B. die Küſte von Schweden und ein Theil

<table>
<tr><td colspan="2">IV. Caenolithische Schichten-Systeme. 3000 Fuß.</td><td>Eocaen, Miocaen, Pliocaen.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">III. Mesolithische Schichten-Systeme.<br>Ablagerungen der Sekundärzeit.<br>Circa 15,000 Fuß.</td><td>IX. Kreide-System.</td></tr>
<tr><td>VIII. Jura-System.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td>VII. Trias-System.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">II. Paläolithische<br>Schichten-Systeme.<br>Ablagerungen<br>der Primärzeit.<br>Circa 42,000 Fuß.</td><td>VI. Permisches<br>System.</td></tr>
<tr><td>V. Steinkohlen-<br>System.</td></tr>
<tr><td>IV. Devonisches<br>System.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Tabelle<br>zur Uebersicht der<br>neptunischen versteine-<br>rungsführenden<br>Schichten-Systeme<br>der Erdrinde<br>mit Bezug auf ihre<br>verhältnißmäßige<br>durchschnittliche<br>Dicke.<br>(130,000 Fuß<br>circa.)</td><td rowspan="4">I. Archo-<br>lithische<br>Schichten-<br>Systeme.<br>Ablagerungen<br>der<br>Primordial-<br>zeit.<br>Circa<br>70,000 Fuß.</td><td>III. Silurisches<br>System.<br>Circa 22,000 Fuß.</td></tr>
<tr><td>II. Cambrisches<br>System.<br>Circa 18,000 Fuß.</td></tr>
<tr><td>I. Laurentisches<br>System.<br>Circa 30,000 Fuß.</td></tr>
<tr><td></td></tr>
</table>

von der Westküste Südamerikas beständig langsam empor, während die Küste von Holland und ein Theil von der Ostküste Südamerikas allmählich untersinkt. Das Steigen wie das Sinken geschieht nur sehr langsam und beträgt im Jahrhundert bald nur einige Linien, bald einige Zoll oder höchstens einige Fuß. Wenn aber diese Bewegung hunderte von Jahrtausenden hindurch ununterbrochen andauert, wird sie fähig, die höchsten Gebirge zu bilden.

Offenbar haben ähnliche Hebungen und Senkungen, wie sie an jenen Stellen noch heute zu messen sind, während des ganzen Verlaufs der organischen Erdgeschichte ununterbrochen an verschiedenen Stellen mit einander gewechselt. Das ergiebt sich mit Sicherheit aus der geographischen Verbreitung der Organismen (vergl. S. 320). Nun ist es aber für die Beurtheilung unserer paläontologischen Schöpfungsurkunde außerordentlich wichtig, sich klar zu machen, daß bleibende Schichten sich bloß während langsamer Senkung des Bodens unter Wasser ablagern können, nicht aber während andauernder Hebung. Wenn der Boden langsam mehr und mehr unter den Meeresspiegel versinkt, so gelangen die abgelagerten Schlammschichten in immer tieferes und ruhigeres Wasser, wo sie sich ungestört zu Gestein verdichten können. Wenn sich dagegen umgekehrt der Boden langsam hebt, so kommen die soeben abgelagerten Schlammschichten, welche Reste von Pflanzen und Thieren umschließen, sogleich wieder in den Bereich des Wogenspiels, und werden durch die Kraft der Brandung alsbald nebst den eingeschlossenen organischen Resten zerstört. Aus diesem einfachen, aber sehr gewichtigen Grunde können also nur während einer andauernden Senkung des Bodens sich reichlichere Schichten ablagern, in denen die organischen Reste erhalten bleiben. Wenn je zwei verschiedene übereinander liegende Formationen oder Schichten mithin zwei verschiedenen Senkungsperioden entsprechen, so müssen wir zwischen diesen letzteren einen langen Zeitraum der Hebung annehmen, von dem wir gar nichts wissen, weil uns keine fossilen Reste von den damals lebenden Thieren und Pflanzen aufbewahrt werden konnten. Offenbar verdienen aber diese spurlos dahingegangenen He-

bungszeiträume nicht geringere Berücksichtigung als die damit abwechselnden Senkungszeiträume, von deren organischer Bevölkerung uns die versteinerungsführenden Schichten eine ungefähre Vorstellung geben. Wahrscheinlich waren die ersteren durchschnittlich von nicht geringerer Dauer als die letzteren.

Schon hieraus wird sich Ihnen ergeben, wie unvollständig unsere Urkunde nothwendig sein muß, um so mehr, da sich theoretisch erweisen läßt, daß gerade während der Hebungszeiträume das Thier- und Pflanzenleben an Mannichfaltigkeit zunehmen mußte. Denn indem neue Strecken Landes über das Wasser gehoben werden, bilden sich neue Inseln. Jede neue Insel ist aber ein neuer Schöpfungsmittelpunkt, weil die zufällig dorthin verschlagenen Thiere und Pflanzen auf dem neuen Boden im Kampf um's Dasein reiche Gelegenheit finden, sich eigenthümlich zu entwickeln, und neue Arten zu bilden. Gerade die Bildung neuer Arten hat offenbar während dieser Zwischenzeiten, aus denen uns leider keine Versteinerungen erhalten bleiben konnten, vorzugsweise stattgefunden, während umgekehrt bei der langsamen Senkung des Bodens eher Gelegenheit zum Aussterben zahlreicher Arten, und zu einem Rückschritt in der Artenbildung gegeben war. Auch die Zwischenformen zwischen den alten und den neu sich bildenden Species werden vorzugsweise während jener Hebungszeiträume gelebt haben, und konnten daher ebenfalls keine fossilen Reste hinterlassen.

Zu den sehr bedeutenden und empfindlichen Lücken der paläontologischen Schöpfungsurkunde, welche durch die Hebungszeiträume bedingt werden, kommen nun leider noch viele andere Umstände hinzu, welche den hohen Werth derselben außerordentlich verringern. Dahin gehört vor Allen der metamorphische Zustand der ältesten Schichtengruppen, gerade derjenigen, welche die Reste der ältesten Flora und Fauna, der Stammformen aller folgenden Organismen enthalten, und dadurch von ganz besonderem Interesse sein würden. Gerade diese Gesteine, und zwar der größere Theil der primordialen oder archolithischen Schichten, fast das ganze laurentische und

ein großer Theil des cambriſchen Syſtems enthalten gar keine kenntlichen Reſte mehr, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil dieſe Schichten durch den Einfluß des feuer-flüſſigen Erdinnern nachträglich wieder verändert oder metamorphoſirt worden ſind. Durch die Hitze des glühenden Erdkerns ſind dieſe tiefſten neptuniſchen Rindenſchichten in ihrer urſprünglichen Schichtenſtruktur gänzlich umgewandelt und in einen kryſtalliniſchen Zuſtand übergeführt worden. Dabei ging aber die Form der darin eingeſchloſſenen organiſchen Reſte ganz verloren. Nur hie und da wurde ſie durch einen glücklichen Zufall erhalten, wie es bei dem älteſten bekannten Petrefakte, bei dem Eozoon canadense aus den unterſten laurentiſchen Schichten, der Fall iſt. Jedoch können wir aus den Lagern von kryſtalliniſcher Kohle (Graphit) und kryſtalliniſchem Kalk (Marmor), welche ſich in den metamorphiſchen Geſteinen eingelagert finden, mit Sicherheit auf die frühere Anweſenheit von verſteinerten Pflanzen- und Thierreſten in denſelben ſchließen.

Außerordentlich unvollſtändig wird unſere Schöpfungsurkunde durch den Umſtand, daß erſt ein ſehr kleiner Theil der Erdoberfläche genauer geologiſch unterſucht iſt, vorzugsweiſe England, Deutſchland und Frankreich. Dagegen wiſſen wir nur ſehr Wenig von den übrigen Theilen Europas, von Rußland, Spanien, Italien, der Türkei. Hier ſind uns nur einzelne Stellen der Erdrinde aufgeſchloſſen; der bei weitem größte Theil derſelben iſt uns unbekannt. Daſſelbe gilt von Nordamerika und von Oſtindien. Hier ſind wenigſtens einzelne Strecken unterſucht. Dagegen vom größten Theil Aſiens, des umfangreichſten aller Welttheile, wiſſen wir faſt Nichts, — von Afrika faſt Nichts, ausgenommen das Kap der guten Hoffnung und die Mittelmeerküſte, — von Neuholland faſt Nichts, von Südamerika nur ſehr Wenig. Sie ſehen alſo, daß erſt ein ganz kleines Stück, wohl kaum der tauſendſte Theil von der geſammten Erdoberfläche gründlich paläontologiſch erforſcht iſt. Wir können daher wohl hoffen, bei weiterer Ausbreitung der geologiſchen Unterſuchungen, denen namentlich die Anlage von Eiſenbahnen und Bergwerken ſehr zu Hilfe kommen wird, noch einen großen Theil wichtiger Verſteine-

rungen aufzufinden. Ein Fingerzeig dafür iſt uns durch die merkwürdigen Verſteinerungen gegeben, die man an den wenigen, genauer unterſuchten Punkten von Afrika und Aſien, in den Kapgegenden und am Himalaya aufgefunden hat. Eine Reihe von ganz neuen und ſehr eigenthümlichen Thierformen iſt uns dadurch bekannt geworden. Freilich müſſen wir andrerſeits erwägen, daß der ausgedehnte Boden der jetzigen Meere vorläufig für die paläontologiſchen Forſchungen ganz unzugänglich iſt, und daß wir den größten Theil der hier ſeit uralten Zeiten begrabenen Verſteinerungen entweder niemals oder im beſten Fall erſt nach Verlauf vieler Jahrtauſende werden kennen lernen, wenn durch allmähliche Hebungen der gegenwärtige Meeresboden mehr zu Tage getreten ſein wird. Wenn Sie bedenken, daß die ganze Erdoberfläche zu ungefähr drei Fünftheilen aus Waſſer und nur zu zwei Fünftheilen aus Feſtland beſteht, ſo können Sie ermeſſen, daß auch in dieſer Beziehung die paläontologiſche Urkunde eine ungeheure Lücke enthält.

Nun kommen aber noch eine Reihe von Schwierigkeiten für die Paläontologie hinzu, welche in der Natur der Organismen ſelbſt begründet ſind. Vor allen iſt hier hervorzuheben, daß in der Regel nur harte und feſte Körpertheile der Organismen auf den Boden des Meeres und der ſüßen Gewäſſer gelangen und hier in Schlamm eingeſchloſſen und verſteinert werden können. Es ſind alſo namentlich die Knochen und Zähne der Wirbelthiere, die Kalkſchalen der Weichthiere, die Chitinſkelete der Gliederthiere, die Kalkſkelete der Sternthiere und Corallen, ferner die holzigen, feſten Theile der Pflanzen, die einer ſolchen Verſteinerung fähig ſind. Die weichen und zarten Theile dagegen, welche bei den allermeiſten Organismen den bei weitem größten Theil des Körpers bilden, gelangen nur ſehr ſelten unter ſo günſtigen Verhältniſſen in den Schlamm, daß ſie verſteinern, oder daß ihre äußere Form deutlich in dem erhärteten Schlamme ſich abdrückt. Nun bedenken Sie, daß ganze große Klaſſen von Organismen, wie z. B. die Meduſen, die nackten Mollusken, welche keine Schale haben, ein großer Theil der Gliederthiere, faſt alle Würmer und ſelbſt die

niederſten Wirbelthiere gar keine feſten und harten, verſteinerungsfähigen Körpertheile beſitzen. Ebenſo ſind gerade die wichtigſten Pflanzentheile, die Blüthen, meiſtens ſo weich und zart, daß ſie ſich nicht in kenntlicher Form konſerviren können. Von allen dieſen wichtigen Organismen werden wir naturgemäß auch gar keine verſteinerten Reſte zu finden erwarten können. Ferner ſind die Jugendzuſtände faſt aller Organismen ſo weich und zart, daß ſie gar nicht verſteinerungsfähig ſind. Was wir alſo von Verſteinerungen in den neptuniſchen Schichtenſyſtemen der Erdrinde vorfinden, das ſind im Ganzen nur wenige Formen, und meiſtens nur einzelne Bruchſtücke.

Sodann iſt zu berückſichtigen, daß die Meerbewohner in einem viel höheren Grade Ausſicht haben, ihre todten Körper in den abgelagerten Schlammſchichten verſteinert zu erhalten, als die Bewohner der ſüßen Gewäſſer und des Feſtlandes. Die das Land bewohnenden Organismen können in der Regel nur dann verſteinert werden, wenn ihre Leichen zufällig ins Waſſer fallen und auf dem Boden in erhärtenden Schlammſchichten begraben werden, was von mancherlei Bedingungen abhängig iſt. Daher kann es uns nicht Wunder nehmen, daß die bei weitem größte Mehrzahl der Verſteinerungen Organismen angehört, die im Meere lebten, und daß von den Landbewohnern verhältnißmäßig nur ſehr wenige im foſſilen Zuſtand erhalten ſind. Welche Zufälligkeiten hierbei in's Spiel kommen, mag Ihnen allein der Umſtand beweiſen, daß man von vielen foſſilen Säugethieren, insbeſondere von faſt allen Säugethieren der Sekundärzeit, weiter Nichts kennt, als den Unterkiefer. Dieſer Knochen iſt erſtens verhältnißmäßig feſt und löſt ſich zweitens ſehr leicht von dem todten Cadaver, das auf dem Waſſer ſchwimmt, ab. Während die Leiche vom Waſſer fortgetrieben und zerſtört wird, fällt der Unterkiefer auf den Grund des Waſſers hinab und wird hier vom Schlamm umſchloſſen. Daraus erklärt ſich allein die merkwürdige Thatſache, daß in einer Kalkſchicht des Juraſyſtems bei Oxford in England, in den Schiefern von Stonesfield, bis jetzt bloß die Unterkiefer von zahlreichen Beutelthieren gefunden worden ſind, den älteſten Säugethieren, welche wir

kennen. Von dem ganzen übrigen Körper derselben war auch nicht ein Knochen mehr vorhanden. Die Gegner der Entwickelungstheorie würden nach der bei ihnen gebräuchlichen Logik hieraus den Schluß ziehen müssen, daß der Unterkiefer der einzige Knochen im Leibe jener Thiere war.

Für die kritische Würdigung der vielen unbedeutenden Zufälle, die unsere Versteinerungserkenntniß in der bedeutendsten Weise beeinflussen, sind ferner auch die Fußspuren sehr lehrreich, welche sich in großer Menge in verschiedenen ausgedehnten Sandsteinlagern, z. B. in dem rothen Sandstein von Connecticut in Nordamerika, finden. Diese Fußtritte rühren offenbar von Wirbelthieren, wahrscheinlich von Reptilien her, von deren Körper selbst uns nicht die geringste Spur erhalten geblieben ist. Die Abdrücke, welche ihre Füße im Schlamm hinterlassen haben, verrathen uns allein die vormalige Existenz von diesen uns sonst ganz unbekannten Thieren.

Welche Zufälligkeiten außerdem noch die Grenzen unserer paläontologischen Kenntnisse bestimmen, können Sie daraus ermessen, daß man von sehr vielen wichtigen Versteinerungen nur ein einziges oder nur ein paar Exemplare kennt. Es ist kaum zehn Jahre her, seit wir mit dem unvollständigen Abdruck eines Vogels aus dem Jurasystem bekannt wurden, dessen Kenntniß für die Phylogenie der ganzen Vögelklasse von der allergrößten Wichtigkeit ist. Alle bisher bekannten Vögel stellten eine sehr einförmig organisirte Gruppe dar, und zeigten keine auffallenden Uebergangsbildungen zu anderen Wirbelthierklassen, auch nicht zu den nächstverwandten Reptilien. Jener fossile Vogel aus dem Jura dagegen besaß keinen gewöhnlichen Vogelschwanz, sondern einen Eidechsenschwanz, und bestätigte dadurch die aus anderen Gründen vermuthete Abstammung der Vögel von den Eidechsen. Durch dieses einzige Petrefakt wurde also nicht nur unsere Kenntniß von dem Alter der Vogelklasse, sondern auch von ihrer Blutsverwandtschaft mit den Reptilien wesentlich erweitert. Ebenso sind unsere Kenntnisse von anderen Thiergruppen oft durch die zufällige Entdeckung einer einzigen

Verſteinerung weſentlich umgeſtaltet worden. Da wir aber wirklich von ſehr vielen wichtigen Petrefakten nur ſehr wenige Exemplare oder nur Bruchſtücke kennen, ſo muß auch aus dieſem Grunde die paläontologiſche Urkunde höchſt unvollſtändig ſein.

Eine weitere und ſehr empfindliche Lücke derſelben iſt durch den Umſtand bedingt, daß die Zwiſchenformen, welche die verſchiedenen Arten verbinden, in der Regel nicht erhalten ſind, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil dieſelben (nach dem Prinzip der Divergenz des Charakters) im Kampfe um's Daſein ungünſtiger geſtellt waren, als die am meiſten divergirenden Varietäten, die ſich aus einer und derſelben Stammform entwickelten. Die Zwiſchenglieder ſind im Ganzen immer raſch ausgeſtorben und haben ſich nur ſelten vollſtändig erhalten. Die am ſtärkſten divergirenden Formen dagegen konnten ſich längere Zeit hindurch als ſelbſtſtändige Arten am Leben erhalten, ſich in zahlreichen Individuen ausbreiten und demnach auch leichter verſteinert werden. Dadurch iſt jedoch nicht ausgeſchloſſen, daß nicht in vielen Fällen auch die verbindenden Zwiſchenformen der Arten ſich ſo vollſtändig verſteinert erhielten, daß ſie noch gegenwärtig die ſyſtematiſchen Paläontologen in die größte Verlegenheit verſetzen und endloſe Streitigkeiten über die ganz willkürlichen Grenzen der Species hervorrufen.

Ein ausgezeichnetes Beiſpiel der Art liefert die berühmte vielgeſtaltige Süßwaſſerſchnecke aus dem Stubenthal bei Steinheim in Würtemberg, welche bald als Paludina, bald als Valvata, bald als Planorbis multiformis beſchrieben worden iſt. Die ſchneeweißen Schalen dieſer kleinen Schnecke ſetzen mehr als die Hälfte von der ganzen Maſſe eines tertiären Kalkhügels zuſammen, und offenbaren dabei an dieſer einen Lokalität eine ſolche wunderbare Formen-Mannichfaltigkeit, daß man die am meiſten divergirenden Extreme als wenigſtens zwanzig ganz verſchiedene Arten beſchreiben und dieſe ſogar in vier ganz verſchiedene Gattungen verſetzen könnte. Aber alle dieſe extremen Formen ſind durch ſo maſſenhafte verbindende Zwiſchenformen verknüpft, und dieſe liegen ſo geſetzmäßig

über und neben einander, daß Hilgendorf daraus auf das Klarste den Stammbaum der ganzen Formengruppe entwickeln konnte. Ebenso finden sich bei sehr vielen anderen fossilen Arten (z. B. vielen Ammoniten, Terebrateln, Seeigeln, Seelilien u. s. w.) die verknüpfenden Zwischenformen in solcher Masse, daß sie die „fossilen Specieskrämer" zur Verzweiflung bringen.

Wenn Sie nun alle vorher angeführten Verhältnisse erwägen, deren Reihe sich leicht noch vermehren ließe, so werden Sie sich nicht darüber wundern, daß der natürliche Schöpfungsbericht oder die Schöpfungsurkunde, wie sie durch die Versteinerungen gebildet wird, ganz außerordentlich lückenhaft und unvollständig ist. Aber dennoch haben die wirklich gefundenen Versteinerungen den größten Werth. Ihre Bedeutung für die natürliche Schöpfungsgeschichte ist nicht geringer als die Bedeutung, welche die berühmte Inschrift von Rosette und das Decret von Kanopus für die Völkergeschichte, für die Archäologie und Philologie besitzen. Wie es durch diese beiden uralten Inschriften möglich wurde, die Geschichte des alten Egyptens außerordentlich zu erweitern, und die ganze Hieroglyphenschrift zu entziffern, so genügen uns in vielen Fällen einzelne Knochen eines Thieres oder unvollständige Abdrücke einer niederen Thier- oder Pflanzenform, um die wichtigsten Anhaltspunkte für die Geschichte einer ganzen Gruppe und die Erkenntniß ihres Stammbaums zu gewinnen. Ein paar kleine Backzähne, die in der Keuper-Formation der Trias gefunden wurden, haben für sich allein den sicheren Beweis geliefert, daß schon in der Triaszeit Säugethiere existirten.

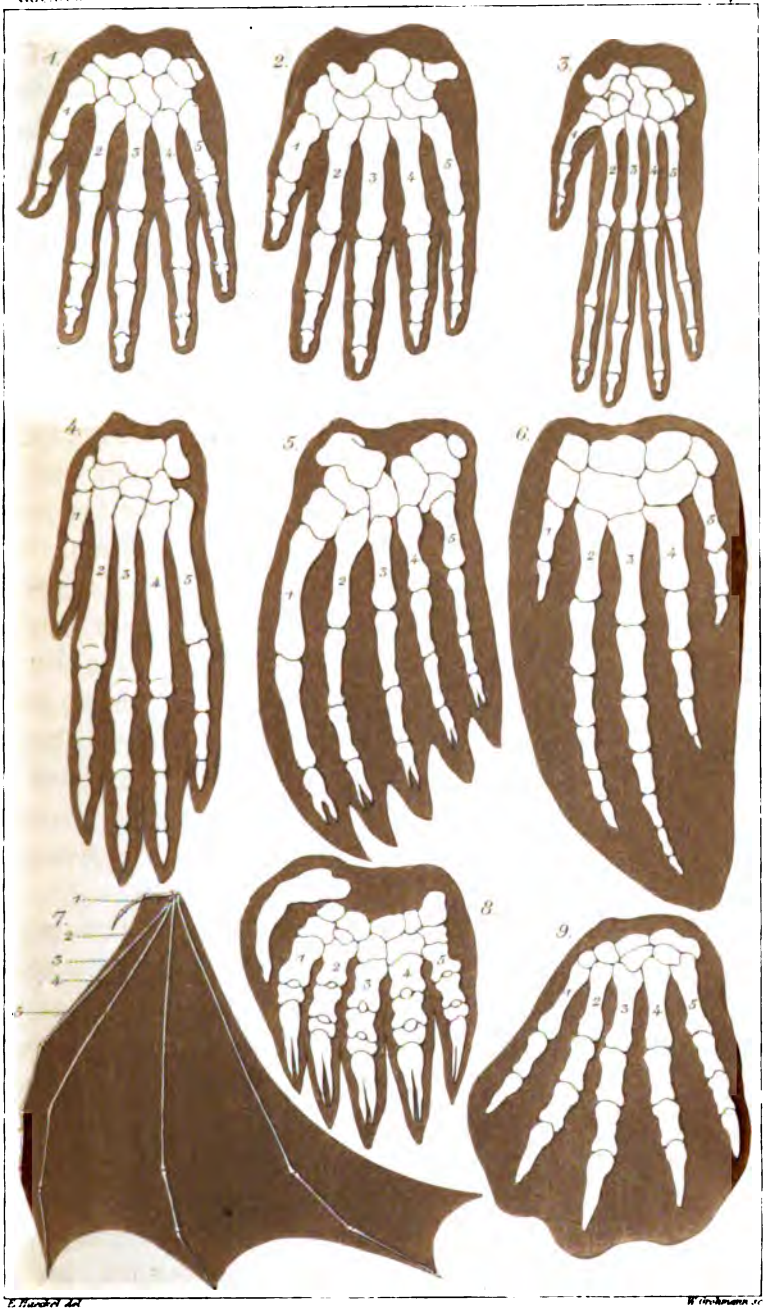
Von der Unvollkommenheit des geologischen Schöpfungsberichtes sagt Darwin, in Uebereinstimmung mit Lyell, dem größten aller jetzt lebenden Geologen: „Der natürliche Schöpfungsbericht, wie ihn die Paläontologie liefert, ist eine Geschichte der Erde, unvollständig erhalten und in wechselnden Dialekten geschrieben, wovon aber nur der letzte, bloß auf einige Theile der Erdoberfläche sich beziehende Band bis auf uns gekommen ist. Doch auch von diesem Bande ist nur hie und da ein kurzes Kapitel erhalten, und von je-

der Seite sind nur da und dort einige Zeilen übrig. Jedes Wort der langsam wechselnden Sprache dieser Beschreibung, mehr oder weniger verschieden in der ununterbrochenen Reihenfolge der einzelnen Abschnitte, mag den anscheinend plötzlich wechselnden Lebensformen entsprechen, welche in den unmittelbar auf einander liegenden Schichten unserer weit von einander getrennten Formationen begraben liegen."

Wenn Sie diese außerordentliche Unvollständigkeit der paläontologischen Urkunde sich beständig vor Augen halten, so wird es Ihnen nicht wunderbar erscheinen, daß wir noch auf so viele unsichere Hypothesen angewiesen sind, wenn wir wirklich den Stammbaum der verschiedenen organischen Gruppen entwerfen wollen. Jedoch besitzen wir glücklicher Weise außer den Versteinerungen auch noch andere Urkunden für die Stammesgeschichte der Organismen, welche in vielen Fällen von nicht geringerem und in manchen sogar von viel höherem Werthe sind als die Petrefakten. Die bei weitem wichtigste von diesen anderen Schöpfungsurkunden ist ohne Zweifel die Ontogenie oder die Entwickelungsgeschichte des organischen Individuums (Embryologie und Metamorphologie). Diese wiederholt uns kurz in großen, markigen Zügen das Bild der Formenreihe, welche die Vorfahren des betreffenden Individuums von der Wurzel ihres Stammes an durchlaufen haben. Indem wir diese paläontologische Entwickelungsgeschichte der Vorfahren als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichneten, konnten wir das höchst wichtige biogenetische Grundgesetz aussprechen: „Die Ontogenie ist eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung oder Recapitulation der Phylogenie." Indem jedes Thier und jedes Gewächs vom Beginn seiner individuellen Existenz an eine Reihe von ganz verschiedenen Formzuständen durchläuft, deutet es uns in schneller Folge und in allgemeinen Umrissen die lange und langsam wechselnde Reihe von Formzuständen an, welche seine Ahnen seit den ältesten Zeiten durchlaufen haben (Gen. Morph. II, 6, 110, 300).

Allerdings ist die Skizze, welche uns die Ontogenie der Organismen von ihrer Phylogenie giebt, in den meisten Fällen mehr oder weniger verwischt, und zwar um so mehr, je mehr die Anpassung im Laufe der Zeit das Uebergewicht über die Vererbung erlangt hat, und je mächtiger das Gesetz der abgekürzten Vererbung und das Gesetz der wechselbezüglichen Anpassung eingewirkt haben. Allein dadurch wird der hohe Werth nicht vermindert, welchen die wirklich treu erhaltenen Züge jener Skizze besitzen. Besonders für die Erkenntniß der frühesten paläontologischen Entwickelungszustände ist die Ontogenie von ganz unschätzbarem Werthe, weil gerade von den ältesten Entwickelungszuständen der Stämme und Klassen uns gar keine versteinerten Reste erhalten worden sind und auch schon wegen der weichen und zarten Körperbeschaffenheit derselben nicht erhalten bleiben konnten. Keine Versteinerung könnte uns von der unschätzbar wichtigen Thatsache berichten, welche die Ontogenie uns erzählt, daß die ältesten gemeinsamen Vorfahren aller verschiedenen Thier- und Pflanzenarten ganz einfache Zellen, gleich den Eiern waren. Keine Versteinerung könnte uns die unendlich werthvolle, durch die Ontogenie festgestellte Thatsache beweisen, daß durch einfache Vermehrung, Gemeindebildung und Arbeitstheilung jener Zellen die unendlich mannichfaltigen Körperformen der vielzelligen Organismen entstanden. So hilft uns die Ontogenie über viele und große Lücken der Paläontologie hinweg.

Zu den unschätzbaren Schöpfungsurkunden der Paläontologie und Ontogenie gesellen sich nun drittens die nicht minder wichtigen Zeugnisse für die Blutsverwandtschaft der Organismen, welche uns die vergleichende Anatomie liefert. Wenn äußerlich sehr verschiedene Organismen in ihrem inneren Bau nahezu übereinstimmen, so können Sie daraus mit Sicherheit schließen, daß diese Uebereinstimmung ihren Grund in der Vererbung, jene Ungleichheit dagegen ihren Grund in der Anpassung hat. Betrachten Sie z. B. vergleichend die Hände oder Vorderpfoten der neun verschiedenen Säugethiere, welche auf der gegenüberstehenden Tafel IV abgebildet sind, und bei

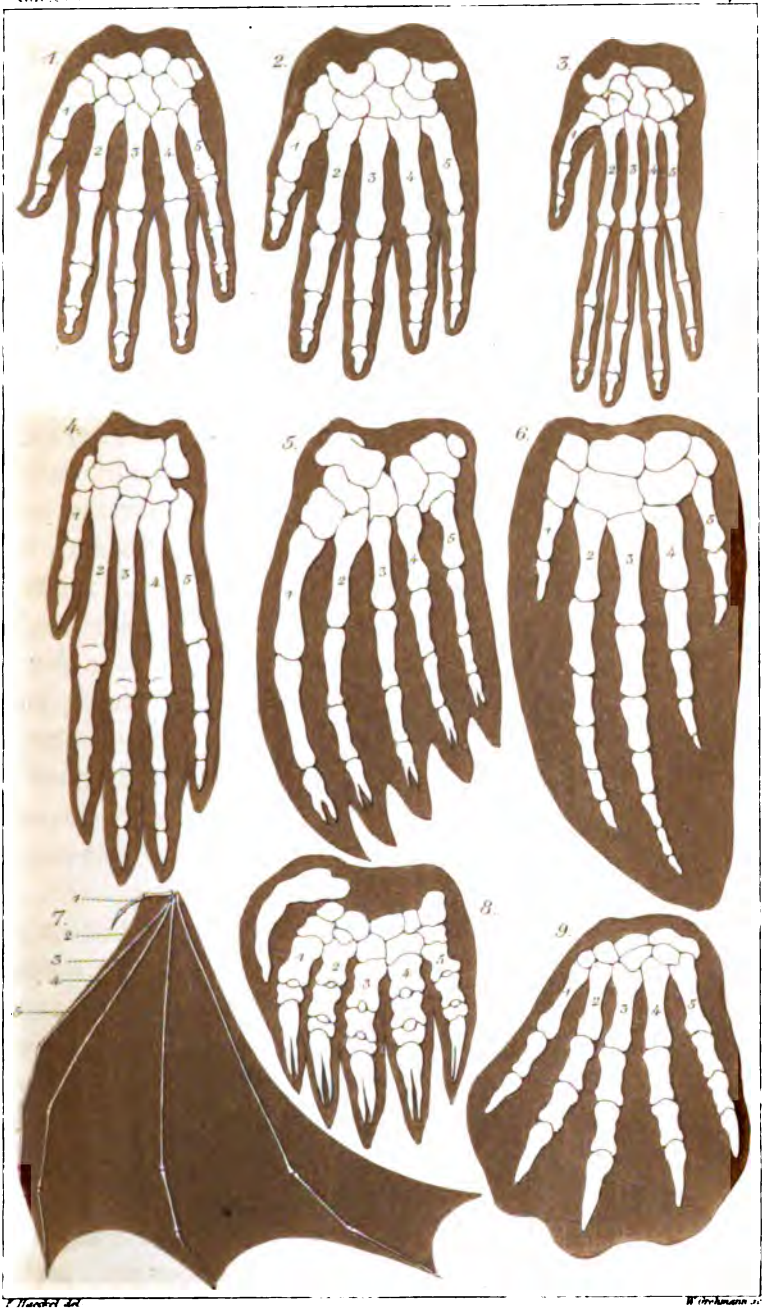



E. Haeckel del. W. Grohmann sc.

1. Mensch. 2. Gorilla. 3. Orang. 4. Hund. 5. Seehund. 6. Delphin.
7. Fledermaus. 8. Maulwurf. 9. Schnabelthier.

Allerdings iſt die Skizze, welche uns die Ontogenie der Organismen von ihrer Phylogenie giebt, in den meiſten Fällen mehr oder weniger verwiſcht, und zwar um ſo mehr, je mehr die Anpaſſung im Laufe der Zeit das Uebergewicht über die Vererbung erlangt hat, und je mächtiger das Geſetz der abgekürzten Vererbung und das Geſetz der wechſelbezüglichen Anpaſſung eingewirkt haben. Allein dadurch wird der hohe Werth nicht vermindert, welchen die wirklich treu erhaltenen Züge jener Skizze beſitzen. Beſonders für die Erkenntniß der früheſten paläontologiſchen Entwickelungszuſtände iſt die Ontogenie von ganz unſchätzbarem Werthe, weil gerade von den älteſten Entwickelungszuſtänden der Stämme und Klaſſen uns gar keine verſteinerten Reſte erhalten worden ſind und auch ſchon wegen der weichen und zarten Körperbeſchaffenheit derſelben nicht erhalten bleiben konnten. Keine Verſteinerung könnte uns von der unſchätzbar wichtigen Thatſache berichten, welche die Ontogenie uns erzählt, daß die älteſten gemeinſamen Vorfahren aller verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten ganz einfache Zellen, gleich den Eiern waren. Keine Verſteinerung könnte uns die unendlich werthvolle, durch die Ontogenie feſtgeſtellte Thatſache beweiſen, daß durch einfache Vermehrung, Gemeindebildung und Arbeitstheilung jener Zellen die unendlich mannichfaltigen Körperformen der vielzelligen Organismen entſtanden. So hilft uns die Ontogenie über viele und große Lücken der Paläontologie hinweg.

Zu den unſchätzbaren Schöpfungsurkunden der Paläontologie und Ontogenie geſellen ſich nun drittens die nicht minder wichtigen Zeugniſſe für die Blutsverwandtſchaft der Organismen, welche uns die vergleichende Anatomie liefert. Wenn äußerlich ſehr verſchiedene Organismen in ihrem inneren Bau nahezu übereinſtimmen, ſo können Sie daraus mit Sicherheit ſchließen, daß dieſe Uebereinſtimmung ihren Grund in der Vererbung, jene Ungleichheit dagegen ihren Grund in der Anpaſſung hat. Betrachten Sie z. B. vergleichend die Hände oder Vorderpfoten der neun verſchiedenen Säugethiere, welche auf der gegenüberſtehenden Tafel IV abgebildet ſind, und bei




*1. Mensch. 2. Gorilla. 3. Orang. 4. Hund. 5. Seehund. 6. Delphin. 7. Fledermaus. 8. Maulwurf. 9. Schnabelthier.*

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

denen das knöcherne Skelet-Gerüst im Innern der Hand und der fünf Finger sichtbar ist. Ueberall finden sich bei der verschiedensten äußeren Form dieselben Knochen in derselben Zahl, Lagerung und Verbindung wieder. Daß die Hand des Menschen (Fig. 1) von derjenigen seiner nächsten Verwandten, des Gorilla (Fig. 2) und des Orang (Fig. 3) sehr wenig verschieden ist, wird vielleicht sehr natürlich erscheinen. Wenn aber auch die Vorderpfote des Hundes (Fig. 4), sowie die Brustflosse (die Hand) des Seehundes (Fig. 5) und des Delphins (Fig. 6) ganz denselben wesentlichen Bau zeigt, so wird dies schon mehr überraschen. Und noch wunderbarer wird es Ihnen vorkommen, daß auch der Flügel der Fledermaus (Fig. 7), die Grabschaufel des Maulwurfs (Fig. 8) und der Vorderfuß des unvollkommensten aller Säugethiere, des Schnabelthiers (Fig. 9) ganz aus denselben Knochen zusammengesetzt ist. Nur die Größe und Form der Knochen ist vielfach geändert. Die Zahl und die Art ihrer Anordnung und Verbindung ist dieselbe geblieben. (Vergl. auch die Erklärung der Taf. IV im Anhang.) Es ist ganz undenkbar, daß irgend eine andere Ursache als die gemeinschaftliche Vererbung von gemeinsamen Stammeltern diese wunderbare Homologie oder Gleichheit im wesentlichen inneren Bau bei so verschiedener äußerer Form verursacht habe. Und wenn Sie nun im System von den Säugethieren weiter hinuntersteigen, und finden, daß sogar bei den Vögeln die Flügel, bei den Reptilien und Amphibien die Vorderfüße, wesentlich in derselben Weise aus denselben Knochen zusammengesetzt sind, wie die Arme des Menschen und die Vorderbeine der übrigen Säugethiere, so können Sie schon daraus auf die gemeinsame Abstammung aller dieser Wirbelthiere mit voller Sicherheit schließen. Der Grad der inneren Formverwandtschaft enthüllt Ihnen hier, wie überall, den Grad der Blutsverwandtschaft.

# Sechzehnter Vortrag.

## Stammbaum und Geſchichte des Protiſtenreichs.

---

Specielle Durchführung der Deſcendenztheorie in dem natürlichen Syſtem der Organismen. Konſtruktion der Stammbäume. Abſtammung aller mehrzelligen Organismen von einzelligen. Abſtammung der Zellen von Moneren. Begriff der organiſchen Stämme oder Phylen. Zahl der Stämme des Thierreichs und des Pflanzenreichs. Einheitliche oder monophyletiſche und vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe. Das Reich der Protiſten oder Urweſen. Acht Klaſſen des Protiſtenreichs. Moneren. Amöboiden oder Protoplaſten. Geißelſchwärmer oder Flagellaten. Flimmerkugeln oder Katallakten. Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen. Kieſelzellen oder Diatomeen. Schleimpilze oder Myxomyceten. Wurzelfüßer oder Rhizopoden. Bemerkungen zur allgemeinen Naturgeſchichte der Protiſten: Ihre Lebenserſcheinungen, chemiſche Zuſammenſetzung und Formbildung (Individualität und Grundform). Phylogenie des Protiſtenreichs.

Meine Herren! Durch die denkende Vergleichung der individuellen und paläontologiſchen Entwickelung, ſowie durch die vergleichende Anatomie der Organismen, durch die vergleichende Betrachtung ihrer entwickelten Formverhältniſſe, gelangen wir zur Erkenntniß ihrer ſtufenweis verſchiedenen *Formverwandtſchaft*. Dadurch gewinnen wir aber zugleich einen Einblick in ihre wahre *Blutsverwandtſchaft*, welche nach der Deſcendenztheorie der eigentliche Grund der Formverwandtſchaft iſt. Wir gelangen alſo, indem wir die empiriſchen Reſultate der Embryologie, Paläontologie und Anatomie zuſammenſtellen, vergleichen, und zur gegenſeitigen Ergänzung benutzen, zur annähernden Erkenntniß des natürlichen Syſtems, welches nach

unserer Ansicht der Stammbaum der Organismen ist. Allerdings bleibt unser menschliches Wissen, wie überall, so ganz besonders hier, nur Stückwerk, schon wegen der außerordentlichen Unvollständigkeit und Lückenhaftigkeit der empirischen Schöpfungsurkunden. Indessen dürfen wir uns dadurch nicht abschrecken lassen, jene höchste Aufgabe der Biologie in Angriff zu nehmen. Lassen Sie uns vielmehr sehen, wie weit es schon jetzt möglich ist, trotz des unvollkommenen Zustandes unserer embryologischen, paläontologischen und anatomischen Kenntnisse, eine annähernde Hypothese von dem verwandtschaftlichen Zusammenhang der Organismen aufzustellen.

Darwin giebt uns in seinen Werken auf diese speciellen Fragen der Descendenztheorie keine Antwort. Er äußert nur gelegentlich seine Vermuthung, „daß die Thiere von höchstens vier oder fünf, und die Pflanzen von eben so vielen oder noch weniger Stammarten herrühren." Da aber auch diese wenigen Hauptformen noch Spuren von verwandtschaftlicher Verkettung zeigen, und da selbst Pflanzen- und Thierreich durch vermittelnde Uebergangsformen verbunden sind, so gelangt er weiterhin zu der Annahme, „daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen." Gleich Darwin haben auch alle anderen Anhänger der Descendenztheorie dieselbe bloß im Allgemeinen behandelt, und nicht den Versuch gemacht, sie auch speciell durchzuführen, und das „natürliche System" wirklich als „Stammbaum der Organismen" zu behandeln. Wenn wir daher hier dieses schwierige Unternehmen wagen, so müssen wir uns ganz auf unsere eigenen Füße stellen.

Ich habe 1866 in der systematischen Einleitung zu meiner allgemeinen Entwickelungsgeschichte (im zweiten Bande der generellen Morphologie) eine Anzahl von hypothetischen Stammtafeln für die größeren Organismengruppen aufgestellt, und damit thatsächlich den ersten Versuch gemacht, die Stammbäume der Organismen in der Weise, wie es die Entwickelungstheorie erfordert, wirklich zu konstruiren. Dabei war ich mir der außerordentlichen Schwierigkeiten

dieſer Aufgabe vollkommen bewußt. Indem ich trotz aller abſchreckenden Hinderniſſe dieſelbe dennoch in Angriff nahm, beanſpruchte ich weiter Nichts, als den erſten Verſuch gemacht und zu weiteren und beſſeren Verſuchen angeregt zu haben. Vermuthlich werden die meiſten Zoologen und Botaniker von dieſem Anfang ſehr wenig befriedigt geweſen ſein, und am wenigſten in dem engen Specialgebiete, in welchem ein Jeder beſonders arbeitet. Allein wenn irgendwo, ſo iſt gewiß hier das Tadeln viel leichter als das Beſſermachen, und daß bisher noch kein Naturforſcher meine Stammbäume durch beſſere oder überhaupt durch andere erſetzt hat, beweiſt am beſten die ungeheure Schwierigkeit der unendlich verwickelten Aufgabe. Aber gleich allen anderen wiſſenſchaftlichen Hypotheſen, welche zur Erklärung der Thatſachen dienen, werden auch meine genealogiſchen Hypotheſen ſo lange auf Berückſichtigung Anſpruch machen dürfen, bis ſie durch beſſere erſetzt werden.

Hoffentlich wird dieſer Erſatz recht bald geſchehen, und ich wünſchte Nichts mehr, als daß mein erſter Verſuch recht viele Naturforſcher anregen möchte, wenigſtens auf dem engen, ihnen genau bekannten Specialgebiete des Thier- oder Pflanzenreichs die genaueren Stammbäume für einzelne Gruppen aufzuſtellen. Durch zahlreiche derartige Verſuche wird unſere genealogiſche Erkenntniß im Laufe der Zeit langſam fortſchreiten, und mehr und mehr der Vollendung näher kommen, obwohl mit Beſtimmtheit vorauszuſehen iſt, daß ein vollendeter Stammbaum niemals wird erreicht werden. Es fehlen uns und werden uns immer fehlen die unerläßlichen paläontologiſchen Grundlagen. Die älteſten Urkunden werden uns ewig verſchloſſen bleiben aus den früher bereits angeführten Urſachen. Die älteſten, durch Urzeugung entſtandenen Organismen, die Stammeltern aller folgenden, müſſen wir uns nothwendig als Moneren denken, als einfache weiche ſtrukturloſe Eiweißklümpchen, ohne jede beſtimmte Form, ohne irgend welche harte und geformte Theile. Dieſe und ihre nächſten Abkömmlinge waren daher der Erhaltung im verſteinerten Zuſtande durchaus nicht fähig. Ebenſo fehlt uns aber aus den im letzten Vortrage aus-

führlich erörterten Gründen der bei weitem größte Theil von den zahlloſen paläontologiſchen Dokumenten, die zur ſicheren Durchführung der Stammesgeſchichte oder Phylogenie, und zur wahren Erkenntniß der organiſchen Stammbäume eigentlich erforderlich wären. Wenn wir daher das Wagniß ihrer hypothetiſchen Konſtruktion dennoch unternehmen, ſo ſind wir vor Allem auf die Unterſtützung der beiden anderen Urkundenreihen hingewieſen, welche das paläontologiſche Archiv in weſentlichſter Weiſe ergänzen, der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Ziehen wir dieſe höchſt werthvollen Urkunden gehörig denkend und vergleichend zu Rathe, ſo machen wir zunächſt die außerordentlich bedeutungsvolle Wahrnehmung, daß die allermeiſten Organismen, insbeſondere alle höheren Thiere und Pflanzen, aus einer Vielzahl von Zellen zuſammengeſetzt ſind, ihren Urſprung aber aus einem Ei nehmen, und daß dieſes Ei bei den Thieren ebenſo wie bei den Pflanzen eine einzige ganz einfache Zelle iſt: ein Klümpchen einer Eiweißverbindung, in welchem ein anderer eiweißartiger Körper, der Zellkern, eingeſchloſſen iſt. Dieſe kernhaltige Zelle wächſt und vergrößert ſich. Durch Theilung bildet ſich ein Zellenhäufchen, und aus dieſem entſtehen durch Arbeitstheilung in der früher beſchriebenen Weiſe die vielfach verſchiedenen Formen, welche die ausgebildeten Thier- und Pflanzenarten uns vor Augen führen. Dieſer unendlich wichtige Vorgang, welchen wir alltäglich bei der embryologiſchen Entwickelung jedes thieriſchen und pflanzlichen Individuums mit unſeren Augen Schritt für Schritt unmittelbar verfolgen können, und welchen wir in der Regel durchaus nicht mit der verdienten Ehrfurcht betrachten, belehrt uns ſicherer und vollſtändiger, als alle Verſteinerungen es thun könnten, über die urſprüngliche paläontologiſche Entwickelung aller mehrzelligen Organismen, aller höheren Thiere und Pflanzen. Denn da die Ontogenie oder die embryologiſche Entwickelung jedes einzelnen Individuums nichts weiter iſt, als ein kurzer Auszug der Phylogenie, eine Recapitulation der paläontologiſchen Entwickelung ſeiner Vorfahrenkette, ſo können wir daraus zunächſt mit voller Sicherheit den ebenſo

einfachen als bedeutenden Schluß ziehen, daß alle mehrzelligen Thiere und Pflanzen urſprünglich von einzelligen Organismen abſtammen. Die uralten primordialen Vorfahren des Menſchen ſo gut wie aller anderen Thiere und aller aus vielen Zellen zuſammengeſetzten Pflanzen waren einfache, iſolirt lebende Zellen. Dieſes unſchätzbare Geheimniß des organiſchen Stammbaumes wird uns durch das Ei der Thiere und durch die wahre Eizelle der Pflanzen mit untrüglicher Sicherheit verrathen. Wenn die Gegner der Deſcendenztheorie uns entgegenhalten, es ſei wunderbar und unbegreiflich, daß ein äußerſt complicirter vielzelliger Organismus aus einem einfachen einzelligen Organismus im Laufe der Zeit hervorgegangen ſei, ſo entgegnen wir einfach, daß wir dieſes unglaubliche Wunder jeden Augenblick demonſtriren und mit unſeren Augen verfolgen können. Denn die Embryologie der Thiere und Pflanzen führt uns in kürzeſter Zeit denſelben Vorgang greifbar vor Augen, welcher im Laufe ungeheurer Zeiträume bei der Entſtehung des ganzen Stammes ſtattgefunden hat.

Auf Grund der embryologiſchen Urkunden können wir alſo mit voller Sicherheit behaupten, daß alle mehrzelligen Organismen eben ſo gut wie alle einzelligen urſprünglich von einfachen Zellen abſtammen; hieran würde ſich ſehr natürlich der Schluß reihen, daß die älteſte Wurzel des Thier- und Pflanzenreichs gemeinſam iſt. Denn die verſchiedenen uralten „Stammzellen", aus denen ſich die wenigen verſchiedenen Hauptgruppen oder „Stämme" (Phylen) des Thier- und Pflanzenreichs entwickelt haben, könnten ihre Verſchiedenheit ſelbſt erſt erworben haben, und könnten ſelbſt von einer gemeinſamen „Urſtammzelle" abſtammen. Wo kommen aber jene wenigen „Stammzellen" oder dieſe eine „Urſtammſtelle" her? Zur Beantwortung dieſer genealogiſchen Grundfrage müſſen wir auf die früher erörterte Plaſtidentheorie und die Urzeugungshypotheſe zurückgreifen. (S. 309.)

Wie wir damals zeigten, können wir uns durch Urzeugung unmittelbar nicht Zellen entſtanden denken, ſondern nur Moneren, Urweſen der denkbar einfachſten Art, gleich den noch jetzt lebenden Protamoeben, Protomyxen u. ſ. w. (S. 167, Fig. 1). Nur ſolche

ſtrukturloſe Schleimkörperchen, deren ganzer eiweißartiger Leib ſo gleichartig in ſich wie ein anorganiſcher Kryſtall iſt, und die dennoch die beiden organiſchen Grundfunktionen der Ernährung und Fortpflanzung vollziehen, konnten unmittelbar im Beginn der laurentiſchen Zeit aus anorganiſcher Materie durch Autogonie entſtehen. Während einige Moneren auf der urſprünglichen einfachen Bildungsſtufe verharrten, bildeten ſich andere allmählich zu Zellen um, indem der innere Kern des Eiweißleibes ſich von dem äußeren Zellſtoff ſonderte. Andererſeits bildete ſich durch Differenzirung der äußerſten Zellſtoffſchicht ſowohl um einfache (kernloſe) Cytoden, als um nackte (aber kernhaltige) Zellen eine äußere Hülle (Membran oder Schale). Durch dieſe beiden Sonderungsvorgänge in dem einfachen Urſchleim des Monerenleibes, durch die Bildung eines Kerns im Inneren, einer Hülle an der äußeren Oberfläche des Plasmakörpers, entſtanden aus den urſprünglichen einfachſten Cytoden, den Moneren, jene vier verſchiedenen Arten von Plaſtiden oder Individuen erſter Ordnung, aus denen weiterhin alle übrigen Organismen durch Differenzirung und Zuſammenſetzung ſich entwickeln konnten. (Vergl. oben S. 308.)

Hier wird ſich Ihnen nun zunächſt die Frage aufdrängen: Stammen alle organiſchen Cytoden und Zellen, und mithin auch jene Stammzellen, welche wir vorher als die Stammeltern der wenigen großen Hauptgruppen des Thier- und Pflanzenreichs betrachtet haben, von einer einzigen urſprünglichen Monerenform ab, oder giebt es mehrere verſchiedene organiſche Stämme, deren jeder von einer eigenthümlichen, ſelbſtſtändig durch Urzeugung entſtandenen Monerenart abzuleiten iſt. Mit anderen Worten: *Iſt die ganze organiſche Welt gemeinſamen Urſprungs, oder verdankt ſie mehrfachen Urzeugungsakten ihre Entſtehung?* Dieſe genealogiſche Grundfrage ſcheint auf den erſten Blick ein außerordentliches Gewicht zu haben. Indeſſen werden Sie bei näherer Betrachtung bald ſehen, daß ſie daſſelbe nicht beſitzt, vielmehr im Grunde von ſehr untergeordneter Bedeutung iſt.

Laſſen Sie uns hier zunächſt den *Begriff des organiſchen*

Stammes näher in's Auge faſſen und feſt begrenzen. Wir verſtehen unter Stamm oder Phylum die Geſammtheit aller derjenigen Organismen, deren Blutsverwandtſchaft, deren Abſtammung von einer gemeinſamen Stammform aus anatomiſchen und entwickelungsgeſchichtlichen Gründen nicht zweifelhaft ſein kann, oder doch wenigſtens in hohem Maße wahrſcheinlich iſt. Unſere Stämme oder Phylen fallen alſo weſentlich dem Begriffe nach zuſammen mit jenen wenigen „großen Klaſſen" oder „Hauptklaſſen", von denen auch Darwin glaubt, daß eine jede nur blutsverwandte Organismen enthält, und von denen er ſowohl im Thierreich als im Pflanzenreich nur ſehr wenige, in jedem Reiche etwa vier bis fünf annimmt. Im Thierreich würden dieſe Stämme im Weſentlichen mit jenen vier bis ſieben Hauptabtheilungen zuſammenfallen, welche die Zoologen ſeit Bär und Cuvier als „Hauptformen, Generalpläne, Zweige oder Kreiſe" des Thierreichs unterſcheiden. (Vergl. S. 48.) Bär und Cuvier unterſchieden deren nur vier, nämlich 1. die Wirbelthiere (Vertebrata); 2. die Gliederthiere (Articulata); 3. die Weichthiere (Mollusca) und 4. die Strahlthiere (Radiata). Gegenwärtig unterſcheidet man gewöhnlich ſieben, indem man den Stamm der Gliederthiere in die beiden Stämme der Gliederfüßer (Arthropoda) und der Würmer (Vermes) trennt, und ebenſo den Stamm der Strahlthiere in die drei Stämme der Sternthiere (Echinoderma), der Pflanzenthiere (Zoophyta) und der Urthiere (Protozoa) zerlegt. Innerhalb jedes der ſieben Stämme zeigen alle dazu gehörigen Thiere trotz großer Mannichfaltigkeit in der äußeren Form und im innern Bau dennoch ſo zahlreiche und wichtige gemeinſame Grundzüge, daß wir an ihrer Blutsverwandtſchaft nicht zweifeln können. Daſſelbe gilt auch von den ſechs großen Hauptklaſſen, welche die neuere Botanik im Pflanzenreiche unterſcheidet, nämlich 1. die Blumenpflanzen (Phanerogamae); 2. die Farne (Filicinae); 3. die Moſe (Muscinae); 4. die Flechten (Lichenes); 5. die Pilze (Fungi) und 6. die Tange (Algae). Die letzten drei Gruppen zeigen ſelbſt wiederum unter ſich ſo nahe Beziehungen, daß man ſie als Thallospflanzen (Thallo-

phyta) den drei ersten Hauptklassen gegenüber stellen, und somit die Zahl der Phylen oder Hauptgruppen des Pflanzenreichs auf vier beschränken könnte. Auch Moose und Farne könnte man als Prothallospflanzen (Prothallota) zusammenfassen und dadurch die Zahl der Pflanzenstämme auf drei erniedrigen: Blumenpflanzen, Prothallospflanzen und Thallospflanzen.

Nun sprechen aber sehr gewichtige Thatsachen der Anatomie und der Entwickelungsgeschichte sowohl im Thierreich als im Pflanzenreich für die Vermuthung, daß auch diese wenigen Hauptklassen oder Stämme noch an ihrer Wurzel zusammenhängen, d. h. daß ihre niedersten und ältesten Stammformen unter sich wiederum blutsverwandt sind. Ja bei weiter gehender Untersuchung werden wir noch einen Schritt weiter und zu Darwin's Annahme hingedrängt, daß auch die beiden Stammbäume des Thier- und Pflanzenreichs an ihrer tiefsten Wurzel zusammenhängen, daß auch die niedersten und ältesten Thiere und Pflanzen von einem einzigen gemeinsamen Urwesen abstammen. Natürlich könnte nach unserer Ansicht dieser gemeinsame Urorganismus nur ein durch Urzeugung entstandenes Moner sein.

Vorsichtiger werden wir vorläufig jedenfalls verfahren, wenn wir diesen letzten Schritt noch vermeiden, und wahre Blutsverwandtschaft nur innerhalb jedes Stammes oder Phylum annehmen, wo sie durch die Thatsachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie unzweifelhaft sicher gestellt wird. Aber schon jetzt können wir bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, daß zwei verschiedene Grundformen der genealogischen Hypothesen möglich sind, und daß alle verschiedenen Untersuchungen der Descendenztheorie über den Ursprung der organischen Formengruppen sich künftig entweder mehr in der einen oder mehr in der andern von diesen beiden Richtungen bewegen werden. Die einheitliche (einstämmige oder monophyletische) Abstammungshypothese wird bestrebt sein, den ersten Ursprung sowohl aller einzelnen Organismengruppen als auch der Gesammtheit derselben auf eine einzige gemeinsame, durch Urzeugung entstandene Monerenart zurückzuführen (S. 398). Die vielheitliche (viel-

ſtämmige oder polyphyletiſche) Deſcendenzhypotheſe dagegen wird annehmen, daß mehrere verſchiedene Monerenarten durch Urzeugung entſtanden ſind, und daß dieſe mehreren verſchiedenen Hauptklaſſen (Stämmen oder Phylen) den Urſprung gegeben haben (S. 399). Im Grunde iſt der ſcheinbar ſehr bedeutende Gegenſatz zwiſchen dieſen beiden Hypotheſen von ſehr geringer Wichtigkeit. Dieſe beiden, ſowohl die einheitliche oder monophyletiſche, als die vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe, müſſen nothwendig auf Moneren als auf die älteſte Wurzel des einen oder der vielen organiſchen Stämme zurückgehen. Da aber der ganze Körper aller Moneren nur aus einer einfachen, ſtrukturloſen und formloſen Maſſe, einer eiweißartigen Kohlenſtoffverbindung beſteht, ſo können die Unterſchiede der verſchiedenen Moneren nur chemiſcher Natur ſein und nur in einer verſchiedenen atomiſtiſchen Zuſammenſetzung jener ſchleimartigen Eiweißverbindung beſtehen. Dieſe feinen und verwickelten Miſchungsverſchiedenheiten der unendlich mannichfaltig zuſammengeſetzten Eiweißverbindungen ſind aber vorläufig für die rohen und groben Erkenntnißmittel des Menſchen gar nicht erkennbar, und daher auch für unſere vorliegende Aufgabe zunächſt von weiter keinem Intereſſe.

Die Frage von dem einheitlichen oder vielheitlichen Urſprung wird ſich auch innerhalb jedes einzelnen Stammes immer wiederholen, wo es ſich um den Urſprung einer kleineren oder größeren Gruppe handelt. Im Pflanzenreiche z. B. werden die einen Botaniker mehr geneigt ſein, die ſämmtlichen Blumenpflanzen von einer einzigen Farnform abzuleiten, während die andern die Vorſtellung vorziehen werden, daß mehrere verſchiedene Phanerogamengruppen aus mehreren verſchiedenen Farngruppen hervorgegangen ſind. Ebenſo werden im Thierreiche die einen Zoologen mehr zu Gunſten der Annahme ſein, daß ſämmtliche placentalen Säugethiere von einer einzigen Beutelthierform abſtammen, die andern dagegen mehr zu Gunſten der entgegengeſetzten Annahme, daß mehrere verſchiedene Gruppen von Placentalthieren aus mehreren verſchiedenen Beutelthiergruppen hervorgegangen ſind. Was das Menſchengeſchlecht ſelbſt betrifft, ſo werden die Einen

den Ursprung desselben aus einer einzigen Affenform vorziehen, während die Andern sich mehr zu der Vorstellung neigen werden, daß mehrere verschiedene Menschenarten unabhängig von einander aus mehreren verschiedenen Affenarten entstanden sind. Ohne uns hier schon bestimmt für die eine oder die andere Auffassung auszusprechen, wollen wir dennoch die Bemerkung nicht unterdrücken, daß im Allgemeinen die einstämmigen oder monophyletischen Descendenzhypothesen mehr innere Wahrscheinlichkeit besitzen, als die vielstämmigen oder polyphyletischen Abstammungshypothesen. Der früher erörterte chorologische Satz von dem einfachen „Schöpfungsmittelpunkte" oder der einzigen Urheimath der meisten Species führt zu der Annahme, daß auch die Stammform einer jeden größeren und kleineren natürlichen Gruppe nur einmal im Laufe der Zeit und nur an einem Orte der Erde entstanden ist. Insbesondere darf man für alle einigermaßen differenzirten und höher entwickelten Gruppen des Thier- und Pflanzenreichs diese einfache Stammeswurzel, diesen monophyletischen Ursprung als gesichert annehmen (vergl. S. 313). Dagegen ist es sehr wohl möglich, daß die entwickeltere Descendenztheorie der Zukunft den polyphyletischen Ursprung für viele sehr niedere und unvollkommene Gruppen der beiden organischen Reiche nachweisen wird.

Aus diesem Grunde nehme ich gegenwärtig für das Thierreich einerseits, für das Pflanzenreich andrerseits eine einstämmige oder monophyletische Descendenz an. Hiernach würden also die oben genannten sieben Stämme oder Phylen des Thierreichs an ihrer untersten Wurzel zusammenhängen, und ebenso die erwähnten drei bis sechs Hauptklassen oder Phylen des Pflanzenreichs von einer gemeinsamen ältesten Stammform abzuleiten sein. Wie der Zusammenhang dieser Stämme zu denken ist, werde ich in den nächsten Vorträgen erläutern. Zunächst aber müssen wir uns hier noch mit einer sehr merkwürdigen Gruppe von Organismen beschäftigen, welche weder in den Stammbaum des Pflanzenreichs, noch in den Stammbaum des

Thierreichs ohne künſtlichen Zwang eingereiht werden können. Dieſe intereſſanten und wichtigen Organismen ſind die Urweſen oder Protiſten.

Sämmtliche Organismen, welche wir als Protiſten zuſammenfaſſen, zeigen in ihrer äußeren Form, in ihrem inneren Bau und in ihren geſammten Lebenserſcheinungen eine ſo merkwürdige Miſchung von thieriſchen und pflanzlichen Eigenſchaften, daß ſie mit klarem Rechte weder dem Thierreiche, noch dem Pflanzenreiche zugetheilt werden können, und daß ſeit mehr als zwanzig Jahren ein endloſer und fruchtloſer Streit darüber geführt wird, ob ſie in jenes oder in dieſes einzuordnen ſeien. Die meiſten Protiſten oder Urweſen ſind von ſo geringer Größe, daß man ſie mit bloßem Auge gar nicht wahrnehmen kann. Daher iſt die Mehrzahl derſelben erſt im Laufe der letzten fünfzig Jahre bekannt geworden, ſeit man mit Hülfe der verbeſſerten und allgemein verbreiteten Mikroſkope dieſe winzigen Organismen häufiger beobachtete und genauer unterſuchte. Aber ſobald man dadurch näher mit ihnen vertraut wurde, erhoben ſich auch alsbald unaufhörliche Streitigkeiten über ihre eigentliche Natur und ihre Stellung im natürlichen Syſteme der Organismen. Viele von dieſen zweifelhaften Urweſen wurden von den Botanikern für Thiere, von den Zoologen für Pflanzen erklärt; es wollte ſie keiner von Beiden haben. Andere wurden umgekehrt ſowohl von den Botanikern für Pflanzen, als von den Zoologen für Thiere erklärt; Jeder wollte ſie haben. Dieſe Widerſprüche ſind nicht etwa durch unſere unvollkommene Kenntniß der Protiſten, ſondern wirklich durch die Natur dieſer Weſen bedingt. In der That zeigen die meiſten Protiſten eine ſo bunte Vermiſchung von mancherlei thieriſchen und pflanzlichen Charakteren, daß es lediglich der Willkür des einzelnen Beobachters überlaſſen bleibt, ob er ſie dem Thier- oder Pflanzenreich einreihen will. Je nachdem er dieſe beiden Reiche definirt, je nachdem er dieſen oder jenen Charakter als beſtimmend für die Thiernatur oder für die Pflanzennatur anſieht, wird er die einzelnen Protiſtenklaſſen bald dem Thierreiche, bald dem Pflanzenreiche zuertheilen. Dieſe ſyſtematiſche Schwierigkeit iſt aber dadurch

zu einem ganz unauflöslichen Knoten geworden, daß alle neueren Unterſuchungen über die niederſten Organismen die bisher angenommene ſcharfe Grenze zwiſchen Thier- und Pflanzenreich völlig verwiſcht, oder wenigſtens dergeſtalt zerſtört haben, daß ihre Wiederherſtellung nur mittelſt einer ganz künſtlichen Definition beider Reiche möglich iſt. Aber auch in dieſe Definition wollen viele Protiſten durchaus nicht hineinpaſſen.

Aus dieſen und vielen andern Gründen iſt es jedenfalls, wenigſtens vorläufig, das Beſte, die zweifelhaften Zwitterweſen ſowohl aus dem Thierreiche als aus dem Pflanzenreiche auszuweiſen, und in einem zwiſchen beiden mitten innеſtehenden dritten organiſchen Reiche zu vereinigen. Dieſes vermittelnde Zwiſchenreich habe ich als Reich der Urweſen (Protista) in meiner allgemeinen Anatomie (im erſten Bande der generellen Morphologie) ausführlich begründet (Gen. Morph. I, S. 191—238). In meiner Monographie der Moneren [15]) habe ich kürzlich daſſelbe in etwas veränderter Begrenzung und in ſchärferer Definition erläutert. Als ſelbſtſtändige Klaſſen des Protiſtenreichs kann man gegenwärtig etwa folgende acht Gruppen anſehen: 1. die gegenwärtig noch lebenden Moneren; 2. die Amoeboiden oder Loboſen; 3. die Geißelſchwärmer oder Flagellaten; 4. die Flimmerkugeln oder Katallakten; 5. die Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen; 6. die Kieſelzellen oder Diatomeen; 7. die Schleimpilze oder Myxomyceten; 8. die Wurzelfüßer oder Rhizopoden.

Die wichtigſten Gruppen, welche gegenwärtig in dieſen acht Protiſtenklaſſen unterſchieden werden können, ſind in der nachſtehenden ſyſtematiſchen Tabelle (S. 377) namentlich angeführt. Wahrſcheinlich wird die Anzahl dieſer Protiſten durch die fortſchreitenden Unterſuchungen über die Ontogenie der einfachſten Lebensformen, die erſt ſeit kurzer Zeit mit größerem Eifer betrieben werden, in Zukunft noch beträchtlich vermehrt werden. Mit den meiſten der genannten Klaſſen iſt man erſt in den letzten zehn Jahren genauer bekannt geworden. Die höchſt intereſſanten Moneren und Labyrinthuleen, ſowie die Katallakten, ſind ſogar erſt vor wenigen Jahren überhaupt entdeckt worden.

Wahrſcheinlich ſind auch ſehr zahlreiche Protiſtengruppen in früheren Perioden ausgeſtorben, ohne uns bei ihrer größtentheils ſehr weichen Körperbeſchaffenheit foſſile Reſte hinterlaſſen zu haben. Einen ſehr beträchtlichen Zuwachs würde unſer Protiſtenreich erhalten, wenn wir auch die formenreiche Klaſſe der Pilze (Fungi) an daſſelbe annectiren wollten. In der That weichen die Pilze durch ſo wichtige Eigenthümlichkeiten von den echten Pflanzen ab, daß man ſie ſchon mehrmals von dieſen letzteren ganz hat trennen wollen (vergl. S. 415). Nur proviſoriſch laſſen wir ſie hier im Pflanzenreich ſtehen.

Der Stammbaum des Protiſtenreichs iſt noch in das tiefſte Dunkel gehüllt. Die eigenthümliche Verbindung von thieriſchen und pflanzlichen Eigenſchaften, der indifferente und unbeſtimmte Charakter ihrer Formverhältniſſe und Lebenserſcheinungen, dabei andrerſeits eine Anzahl von mehreren, ganz eigenthümlichen Merkmalen, welche die meiſten der genannten Klaſſen ſcharf von den anderen trennen, vereiteln vorläufig noch jeden Verſuch, ihre Blutsverwandtſchaft untereinander, oder mit den niederſten Thieren einerſeits, mit den niederſten Pflanzen andrerſeits, beſtimmter zu erkennen. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die genannten und noch viele andere uns unbekannte Protiſtenklaſſen ganz ſelbſtſtändige organiſche Stämme oder Phylen darſtellen, deren jeder ſich aus einem, vielleicht ſogar aus mehreren, durch Urzeugung entſtandenen Moneren unabhängig entwickelt hat. Will man dieſer vielſtämmigen oder polyphyletiſchen Deſcendenzhypotheſe nicht beipflichten, und zieht man die einſtämmige oder monophyletiſche Annahme von der Blutsverwandtſchaft aller Organismen vor, ſo wird man die verſchiedenen Protiſtenklaſſen als niedere Wurzelſchößlinge zu betrachten haben, aus derſelben einfachen Monerenwurzel herausſproſſend, aus welcher die beiden mächtigen und vielverzweigten Stammbäume einerſeits des Thierreichs, andrerſeits des Pflanzenreichs entſtanden ſind. (Vergl. S. 398 und 399.) Bevor ich Ihnen dieſe ſchwierige Frage näher erläutere, wird es wohl paſſend ſein, noch Einiges über den Inhalt der vorſtehend angeführten Protiſtenklaſſen und ihre allgemeine Naturgeſchichte vorauszuſchicken.

# Syſtematiſche Ueberſicht

über die

## größeren und kleineren Gruppen des Protiſtenreichs.

| Klaſſen des Protiſtenreichs. | Syſtematiſcher Name der Klaſſen. | Ordnungen oder Familien der Klaſſen. | Ein Gattungsname als Beiſpiel. |
|---|---|---|---|
| 1. Moneren | Monera | 1 Gymnomonera | Bathybius |
| | | 2. Lepomonera | Protomyxa |
| 2. Amoeben | Amoeboida | 1. Gymnamoebae | Amoeba |
| | | 2. Lepamoebae | Arcella |
| 3. Geißelſchwärmer | Flagellata | 1. Nudiflagellata | Euglena |
| | | 2. Ciliofiagellata | Peridinium |
| | | 3. Cystoflagellata | Noctiluca |
| 4. Flimmerkugeln | Catallacta | 1. Catallacta | Magosphaera |
| 5. Labyrinthläufer | Labyrinthuleae | 1. Labyrinthuleae | Labyrinthula |
| 6. Kieſelzellen | Diatomea | 1. Striata | Navicula |
| | | 2. Vittata | Tabellaria |
| | | 3. Areolata | Coscinodiscus |
| 7. Schleimpilze | Myxomycetes | 1. Physareae | Aethalium |
| | | 2. Stemoniteae | Stemonitis |
| | | 3. Trichiaceae | Arcyria |
| | | 4. Lycogaleae | Reticularia |
| 8. Wurzelfüßer oder Rhizopoden | I. Acyttaria | 1. Monothalamia | Gromia |
| | | 2. Polythalamia | Nummulina |
| | II. Heliozoa | 1. Heliozoa | Actinosphaerium |
| | III. Radiolaria | 1. Monocyttaria | Cyrtidosphaera |
| | | 2. Polycyttaria | Collosphaera. |

Daß ich hier wieder mit den merkwürdigen Moneren (Monera) als erster Klasse des Protistenreichs beginne, wird Ihnen vielleicht seltsam vorkommen, da ich ja Moneren als die ältesten Stammformen aller Organismen ohne Ausnahme ansehe. Allein was sollen wir sonst mit den gegenwärtig noch lebenden Moneren anfangen? Wir wissen Nichts von ihrem paläontologischen Ursprung, wir wissen Nichts von irgend welchen Beziehungen derselben zu niederen Thieren oder Pflanzen, wir wissen Nichts von ihrer möglichen Entwickelungsfähigkeit zu höheren Organismen. Das strukturlose und homogene Schleimklümpchen, welches ihren ganzen Körper bildet (Fig. 8), ist

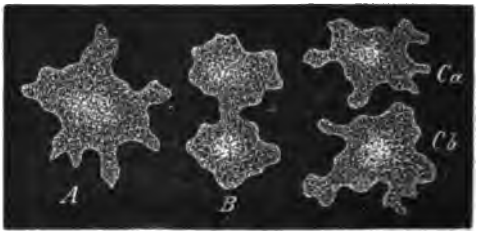



Fig. 8. Protamoeba primitiva, ein Moner des süßen Wassers, stark vergrößert. *A.* Das ganze Moner mit seinen formwechselnden Fortsätzen. *B.* Dasselbe beginnt sich in zwei Hälften zu theilen. *C.* Die Trennung der beiden Hälften ist vollständig geworden und jede stellt nun ein selbstständiges Individuum dar.

ebenso die älteste und ursprünglichste Grundlage der thierischen wie der pflanzlichen Plastiden. Offenbar würde es daher ebenso willkürlich und grundlos sein, wenn man sie dem Thierreiche, als wenn man sie dem Pflanzenreiche anschließen wollte. Jedenfalls verfahren wir vorläufig am vorsichtigsten und am meisten kritisch, wenn wir die gegenwärtig noch lebenden Moneren, deren Zahl und Verbreitung vielleicht sehr groß ist, als eine ganz besondere selbstständige Klasse zusammenfassen, welche wir allen übrigen Klassen sowohl des Protistenreichs, als des Pflanzenreichs und des Thierreichs gegenüber stellen. Durch die vollkommene Gleichartigkeit ihrer ganzen eiweißartigen Körpermasse, durch den völligen Mangel einer Zusammensetzung aus ungleichartigen Theilchen schließen sich, rein morphologisch betrachtet, die Moneren näher an die Anorgane als an die Organismen an, und vermitteln offenbar

den Uebergang zwiſchen anorganiſcher und organiſcher Körperwelt, wie ihn die Hypotheſe der Urzeugung annimmt. Die Formen und die Lebenserſcheinungen der jetzt noch lebenden Moneren (Protamoeba, Protogenes, Protomyxa etc.) habe ich in meiner „Monographie der Moneren“[15]) ausführlich beſchrieben und abgebildet, auch das Wichtigſte davon kurz im achten Vortrage angeführt (S. 164—167). Daher wiederhole ich hier nur als Beiſpiel die Abbildung der ſüßwaſſerbewohnenden Protamoeba (Fig. 8). Die Lebensgeſchichte der orangerothen **Protomyxa aurantiaca**, welche ich auf der canariſchen Inſel Lanzerote beobachtet habe, iſt auf Tafel I (S. 168) abgebildet (vergl. die Erklärung deſſelben im Anhang). Außerdem füge ich hier noch die Abbildung einer Form des Bathybius hinzu, jenes merkwürdigen von Huxley entdeckten Moneres, das in Geſtalt von nackten Protoplasma-Klumpen und Schleimnetzen die größten Meerestiefen bewohnt (S. 165).

Fig. 9. Bathybius Haeckelii, das „Urſchleim-Weſen“ der größten Meerestiefen. Die Figur zeigt in ſtarker Vergrößerung bloß jene Form des Bathybius, welche ein nacktes Protoplasma Netzwerk darſtellt, ohne die Diskolithen und Cyatholithen, welche in anderen Formen deſſelben Moneres gefunden werden, und welche wahrſcheinlich als Ausſcheidungs-Produkte deſſelben anzuſehen ſind.

Nicht weniger genealogiſche Schwierigkeiten, als die Moneren, bieten uns die **Amoeben** der Gegenwart, und die ihnen nächſtverwandten Organismen (**Arcelliden** und **Gregarinen**), welche wir hier als eine zweite Protiſtenklaſſe unter dem Namen der **Amoeboiden** (Lobosa) zuſammenfaſſen. Man ſtellt dieſe Urweſen jetzt gewöhnlich in das Thierreich, ohne daß man eigentlich einſieht, warum? Denn einfache nackte Zellen, d. h. hüllenloſe und kernfüh-

rende Plaſtiden, kommen eben ſowohl bei echten Pflanzen, als bei echten Thieren vor. Die Fortpflanzungszellen z. B. von vielen Algen (Sporen und Eier) exiſtiren längere oder kürzere Zeit im Waſſer in Form von nackten, kernhaltigen Zellen, die von den nackten Eiern mancher Thiere (z. B. der Siphonophoren-Meduſen) geradezu nicht zu unterſcheiden ſind. (Vergl. die Abbildung vom nackten Ei des Blaſentangs im XVII. Vortrag, S. 412.) Eigentlich iſt jede nackte einfache Zelle, gleichviel ob ſie aus dem Thier- oder Pflanzenkörper kömmt, von einer ſelbſtſtändigen Amoebe nicht weſentlich verſchieden. Denn dieſe letztere iſt ſelbſt Nichts weiter als eine einfache Urzelle, ein nacktes Klümpchen von Zellſtoff oder Plasma, welches einen Kern enthält. Die Zuſammenziehungsfähigkeit oder Contractilität dieſes Plasma aber, welche die freie Amoebe im Ausſtrecken und Einziehen formwechſelnder Fortſätze zeigt, iſt eine allgemeine Lebenseigenſchaft des organiſchen Plasma eben ſowohl in den thieriſchen wie in den pflanzlichen Plaſtiden. Wenn eine frei bewegliche, ihre Form beſtändig ändernde Amoebe in den Ruhezuſtand übergeht, ſo zieht ſie ſich kugelig zuſammen und umgiebt ſich mit einer ausgeſchwitzten Membran. Dann iſt ſie der Form nach ebenſo wenig von einem thieriſchen Ei als von einer einfachen kugeligen Pflanzenzelle zu unterſcheiden (Fig. 10 A).

Fig. 10. Amoeba sphaerococcus (eine Amoebenform des ſüßen Waſſers ohne contractile Blaſe) ſtark vergrößert. *A.* Die eingekapſelte Amoebe im Ruhezuſtand, beſtehend aus einem kugeligen Plasmaklumpen *(c)*, welcher einen Kern *(b)* nebſt Kernkörperchen *(a)* einſchließt. Die einfache Zelle iſt von einer Cyſte oder Zellenmembran *(d)* umſchloſſen. *B.* Die freie Amoebe, welche die Cyſte oder Zellhaut geſprengt und verlaſſen hat. *C.* Dieſelbe beginnt ſich zu theilen, indem ihr Kern

in zwei Kerne zerfällt und der Zellſtoff zwiſchen beiden ſich einſchnürt. *D.* Die Theilung iſt vollendet, indem auch der Zellſtoff vollſtändig in zwei Hälften zerfallen iſt *(Da* und *Db)*.

Nackte kernhaltige Zellen, gleich den in Fig. 10 B abgebildeten, welche in beſtändigem Wechſel formloſe fingerähnliche Fortſätze ausſtrecken und wieder einziehen, und welche man deshalb als Amoeben bezeichnet, finden ſich vielfach und ſehr weit verbreitet im ſüßen Waſſer und im Meere, ja ſogar auf dem Lande kriechend vor. Dieſelben nehmen ihre Nahrung in derſelben Weiſe auf, wie es früher (S. 166) von den Protamoeben beſchrieben wurde. Bisweilen kann man ihre Fortpflanzung durch Theilung (Fig. 10 C, D) beobachten, die ich bereits in einem früheren Vortrage Ihnen geſchildert habe (S. 169). Viele von dieſen formloſen Amoeben ſind neuerdings als jugendliche Entwickelungszuſtände von anderen Protiſten (namentlich den Myxomyceten) oder als abgelöſte Zellen von niederen Thieren und Pflanzen erkannt worden. Die farbloſen Blutzellen der Thiere z. B., auch die im menſchlichen Blute, ſind von Amoeben nicht zu unterſcheiden. Sie können gleich dieſen feſte Körperchen in ihr Inneres aufnehmen, wie ich zuerſt durch Fütterung derſelben mit feinzertheilten Farbſtoffen nachgewieſen habe (Gen. Morph. I, 271). Andere Amoeben dagegen (wie die in Fig. 10 abgebildete) ſcheinen ſelbſtſtändige „gute Species" zu ſein, indem ſie ſich viele Generationen hindurch unverändert fortpflanzen. Außer den eigentlichen oder nackten Amoeben (Gymnamoebae) finden wir weitverbreitet, beſonders im ſüßen Waſſer, auch beſchalte Amoeben (Lepamoebae), deren nackter Plasmaleib theilweis durch eine feſte Schale (Arcella) oder ſelbſt ein aus Steinchen zuſammengeklebtes Gehäuſe (Difflugia) geſchützt iſt. Obgleich dieſe Schale mannichfaltige Formen annimmt, entſpricht dennoch ihr lebendiger Inhalt nur einer einzigen einfachen Zelle, die ſich wie eine nackte Amoebe verhält.

Die einfachen nackten Amoeben ſind für die geſammte Biologie, und insbeſondere für die allgemeine Genealogie, nächſt den Moneren die wichtigſten von allen Organismen. Denn offenbar entſtanden

die Amoeben urſprünglich aus einfachen Moneren (Protamoeba) dadurch, daß der erſte wichtige Sonderungsvorgang in ihrem homogenen Schleimkörper ſtattfand, die Differenzirung des inneren Kerns von dem umgebenden Plasma. Dadurch war der große Fortſchritt von einer einfachen (kernloſen) Cytode zu einer echten (kernhaltigen) Zelle geſchehen (vergl. Fig. 8 A und Fig. 10 B). Indem einige von dieſen Zellen ſich frühzeitig durch Ausſchwitzung einer erſtarrenden Membran abkapſelten, bildeten ſie die erſten Pflanzenzellen, während andere, nackt bleibende, ſich zu den erſten Zellen des Thierkörpers entwickeln konnten. In der Anweſenheit oder dem Mangel einer umhüllenden ſtarren Membran liegt der wichtigſte, obwohl keineswegs durchgreifende Formunterſchied der pflanzlichen und der thieriſchen Zellen. Indem die Pflanzenzellen ſich ſchon frühzeitig durch Einſchließung in ihre ſtarre, dicke und feſte Celluloſe-Schale abkapſeln, gleich der ruhenden Amoebe, Fig. 10 A, bleiben ſie ſelbſtſtändiger und den Einflüſſen der Außenwelt weniger zugänglich, als die weichen, meiſtens nackten oder nur von einer dünnen und biegſamen Haut umhüllten Thierzellen. Daher vermögen aber auch die erſteren nicht ſo wie die letzteren zur Bildung höherer, zuſammengeſetzter Gewebstheile, z. B. Nervenfaſern, Muskelfaſern zuſammenzutreten. Zugleich wird ſich bei den älteſten einzelligen Organismen ſchon frühzeitig der wichtigſte Unterſchied in der thieriſchen und pflanzlichen Nahrungsaufnahme ausgebildet haben. Die älteſten einzelligen Thiere konnten als nackte Zellen, ſo gut wie die freien Amoeben (Fig. 10 B) und die farbloſen Blutzellen, feſte Körperchen in das Innere ihres weichen Leibes aufnehmen, während die älteſten einzelligen Pflanzen, durch ihre Membran abgekapſelt, hierzu nicht mehr fähig waren und bloß flüſſige Nahrung (mittelſt Diffuſion) durch dieſelbe durchtreten laſſen konnten.

Nicht minder zweifelhaft als die Natur der Amoeben iſt diejenige der Geißelſchwärmer (Flagellata), welche wir als eine dritte Klaſſe des Protiſtenreichs betrachten. Auch dieſe zeigt gleich nahe und wichtige Beziehungen zum Pflanzenreich wie zum Thierreich. Einige

Flagellaten sind von den frei beweglichen Jugendzuständen echter Pflanzen, namentlich den Schwärmsporen vieler Tange, nicht zu unterscheiden, während andere sich unmittelbar den echten Thieren,

Fig. 11. Ein einzelner Geißelschwärmer (Euglena striata) stark vergrößert. Oben ist die fadenförmige schwingende Geißel sichtbar, in der Mitte der runde Zellenkern mit seinem Kernkörperchen.

und zwar den bewimperten Infusorien (Ciliata) anschließen. Die Geißelschwärmer sind einfache Zellen, welche entweder einzeln (Fig. 11) oder zu Kolonien vereinigt im süßen und salzigen Wasser leben. Ihr charakteristischer Körpertheil ist ein sehr beweglicher, einfacher oder mehrfacher, peitschenförmiger Anhang (Geißel oder Flagellum), mittelst dessen sie lebhaft im Wasser umherschwärmen. Die Klasse zerfällt in drei Ordnungen: die erste Ordnung (Nudiflagellata) wird vorzüglich durch die grünen Euglenen und Volvocinen gebildet; die zweite Ordnung (Cilioflagellata) durch die kieselschaligen Peridinien; die dritte Ordnung (Cystoflagellata) durch die pfirsichförmigen Noctiluken. Die beiden letzteren Ordnungen gehören zu den Hauptursachen des Meerleuchtens. Die grünen Euglenen erscheinen oft im Frühjahr zu Milliarden in unseren Teichen und färben durch ihre ungeheuren Massen das Wasser ganz grün.

Eine sehr merkwürdige neue Protistenform, welche ich Flimmerkugel (Magosphaera) genannt habe, ist im September 1869 von mir an der norwegischen Küste entdeckt und in meinen biologischen Studien[15]) eingehend geschildert worden (S. 137, Taf. V). Bei der Insel Gis-Oe in der Nähe von Bergen fing ich an der Oberfläche des Meeres schwimmende äußerst zierliche kleine Kugeln (Fig. 12), zusammengesetzt aus einer Anzahl von (ungefähr 30—40) wimpernden birnförmigen Zellen, die mit ihren spitzen Enden strahlenartig im Mittelpunkt der Kugel vereinigt waren. Nach einiger Zeit löste sich die Kugel auf. Die einzelnen Zellen schwammen

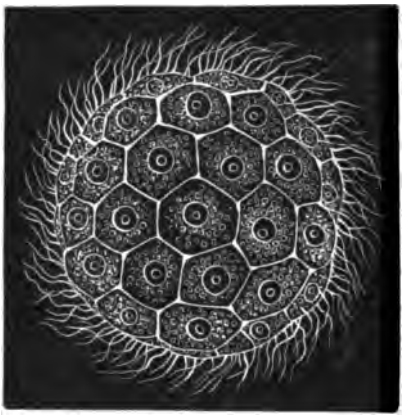


Fig. 12. Die norwegiſche Flimmerkugel (Magosphaera planula) mittelſt ihres Flimmerkleides umherſchwimmend, von der Oberfläche geſehen.

ſelbſtſtändig im Waſſer umher, ähnlich gewiſſen bewimperten Infuſorien oder Ciliaten. Die Zellen ſenkten ſich nachher zu Boden, zogen ihre Wimperhaare in den Leib zurück und gingen allmählich in die Form einer kriechenden Amoebe über (ähnlich Fig. 10 B). Die letztere kapſelte ſich ſpäter ein (wie in Fig. 10 A) und zerfiel dann durch fortgeſetzte Zweitheilung in eine große Anzahl von Zellen (ganz wie bei der Eifurchung, Fig. 6, S. 266). Die Zellen bedeckten ſich mit Flimmerhäärchen, durchbrachen die Kapſelhülle und ſchwammen nun wieder in der Form einer wimpernden Kugel umher (Fig. 12). Offenbar läßt ſich dieſer wunderbare Organismus, der bald als einfache Amoebe, bald als einzelne bewimperte Zelle, bald als vielzellige Wimperkugel erſcheint, in keiner der anderen Protiſtenklaſſen unterbringen und muß als Repräſentant einer neuen ſelbſtſtändigen Gruppe angeſehen werden. Da dieſelbe zwiſchen mehreren Protiſten in der Mitte ſteht und dieſelben mit einander verknüpft, kann ſie den Namen der Vermittler oder Katallakten führen.

Nicht weniger räthſelhafter Natur ſind die Protiſten der fünften Klaſſe, die Labyrinthläufer (Labyrinthuleae), welche erſt kürzlich von Cienkowski an Pfählen im Seewaſſer entdeckt wurden (Fig. 13). Es ſind ſpindelförmige, meiſtens dottergelb gefärbte Zellen, welche bald in dichten Haufen zu Klumpen vereinigt ſitzen, bald in höchſt eigenthümlicher Weiſe ſich umherbewegen. Sie bilden dann in noch unerklärter Weiſe ein netzförmiges Gerüſt von labyrinthiſch verſchlungenen Strängen, und in der ſtarren „Fadenbahn“ dieſes Gerüſtes rutſchen ſie umher. Der Geſtalt nach würde man die

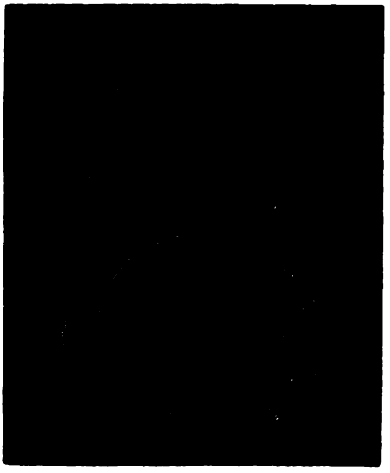


Fig. 13. Labyrinthula macrocystis (ſtark vergrößert). Unten eine Gruppe von zuſammengehäuften Zellen, von denen ſich links eine ſoeben abtrennt; oben zwei einzelne Zellen, welche in dem ſtarren netzförmigen Gerüſte ihrer „Fadenbahn" umherrutſchen.

Zellen der Labyrinthuleen für einfachſte Pflanzen, der Bewegung nach für einfachſte Thiere halten. In der That ſind ſie weder Thiere noch Pflanzen.

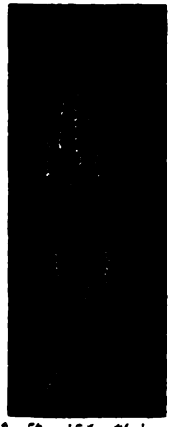


Fig. 14. Navicula hippocampus (ſtark vergrößert). In der Mitte der kieſelſchaligen Zelle iſt der Zellenkern (Nucleus) nebſt ſeinem Kernkörperchen (Nucleolus) ſichtbar.

Den Labyrinthuleen vielleicht nahverwandt ſind die Kieſelzellen (Diatomeae), eine ſechſte Protiſtenklaſſe. Dieſe Urweſen, welche jetzt meiſtens für Pflanzen, aber von einigen berühmten Naturforſchern noch heute für Thiere gehalten werden, bevölkern in ungeheuren Maſſen und in einer unendlichen Mannichfaltigkeit der zierlichſten Formen das Meer und die ſüßen Gewäſſer. Meiſt ſind es mikroſkopiſch kleine Zellen, welche entweder einzeln (Fig. 14) oder in großer Menge vereinigt leben, und entweder feſtgewachſen ſind oder ſich in eigenthümlicher Weiſe rutſchend, ſchwimmend oder kriechend umherbewegen. Ihr weicher Zellenleib, der durch einen charakteriſtiſchen Farbſtoff bräunlich gelb gefärbt iſt, wird ſtets von einer feſten und ſtarren Kieſelſchale umſchloſſen, welche die zierlichſten und mannichfaltigſten Formen beſitzt. Dieſe Kieſelhülle iſt nur durch eine oder ein paar Spalten nach außen geöffnet und läßt dadurch den eingeſchloſſenen weichen Plasmaleib mit der Außenwelt communici-

ren. Die Kieſelſchalen finden ſich maſſenhaft verſteinert vor und ſetzen manche Geſteine, z. B. den Biliner Polirſchiefer, das ſchwediſche Bergmehl, vorwiegend zuſammen.

Fig. 15. Ein geſtielter Fruchtkörper (Sporenblaſe, mit Sporen angefüllt) von einem Myxomyceten (Physarum albipes), ſchwach vergrößert.

Eine ſiebente Protiſtenklaſſe bilden die merkwürdigen Schleimpilze (Myxomycetes). Dieſe galten früher allgemein für Pflanzen, für echte Pilze, bis vor zehn Jahren der Botaniker de Bary durch Entdeckung ihrer Ontogenie nachwies, daß dieſelben gänzlich von den Pilzen verſchieden, und eher als niedere Thiere zu betrachten ſind. Allerdings iſt der reife Fruchtkörper derſelben eine rundliche, oft mehrere Zoll große, mit feinem Sporenpulver und weichen Flocken gefüllte Blaſe (Fig. 15), wie bei den bekannten Boviſten oder Bauchpilzen (Gastromycetes). Allein aus den Keimkörnern oder Sporen derſelben kommen nicht die charakteriſtiſchen Fadenzellen oder Hyphen der echten Pilze hervor, ſondern nackte Zellen, welche anfangs in Form von Geißelſchwärmern umherſchwimmen (Fig. 11), ſpäter nach Art der Amoeben umherkriechen (Fig. 10 B) und endlich mit anderen ihresgleichen zu großen Schleimkörpern oder „Plasmodien" zuſammenfließen. Aus dieſen entſteht dann unmittelbar der blaſenförmige Fruchtkörper. Wahrſcheinlich kennen Sie Alle eines von jenen Plasmodien, dasjenige von Aethalium septicum, welches im Sommer als ſogenannte „Lohblüthe" in Form einer ſchöngelben, oft mehrere Fuß breiten, ſalbenartigen Schleimmaſſe netzförmig die Lohhaufen und Lohbeete der Gerber durchzieht. Die ſchleimigen frei kriechenden Jugendzuſtände dieſer Myxomyceten, welche meiſtens auf faulenden Pflanzenſtoffen, Baumrinden u. ſ. w. in feuchten Wäldern leben, werden mit gleichem Recht oder Unrecht von den Zoologen für Thiere, wie die reifen und ruhenden blaſenförmigen Fruchtzuſtände von den Botanikern für Pflanzen erklärt.

Ebenso zweifelhaft ist auch die Natur der achten und letzten Klasse des Protistenreichs, der Wurzelfüßer (Rhizopoda). Diese merkwürdigen Organismen bevölkern das Meer seit den ältesten Zeiten der organischen Erdgeschichte in einer außerordentlichen Formenmannichfaltigkeit, theils auf dem Meeresboden kriechend, theils an der Oberfläche schwimmend. Nur sehr wenige leben im süßen Wasser (z. B. Gromia, Actinosphaerium). Die meisten besitzen feste, aus Kalkerde oder Kieselerde bestehende und höchst zierlich zusammengesetzte Schalen, welche in versteinertem Zustande sich vortrefflich erhalten. Oft sind dieselben zu dicken Gebirgsmassen angehäuft, obwohl die einzelnen Individuen sehr klein und häufig für das bloße Auge kaum oder gar nicht sichtbar sind. Nur wenige erreichen einen Durchmesser von einigen Linien oder selbst von ein paar Zollen. Ihren Namen führt die ganze Klasse davon, daß ihr nackter schleimiger Leib an der ganzen Oberfläche Tausende von äußerst feinen Schleimfäden ausstrahlt, falschen Füßchen, Scheinfüßchen oder Pseudopodien, welche sich wurzelförmig verästeln, netzartig verbinden, und in beständigem Formwechsel gleich den einfacheren Schleimfüßchen der Amoeboiden oder Protoplasten befindlich sind. Diese veränderlichen Scheinfüßchen dienen sowohl zur Ortsbewegung, als zur Nahrungsaufnahme.

Die Klasse der Wurzelfüßer zerfällt in drei verschiedene Legionen, die Kammerwesen oder Acyttarien, die Sonnenwesen oder Heliozoen und die Strahlwesen oder Radiolarien. Die erste und niederste von diesen drei Legionen bilden die Kammerwesen (Acyttaria). Hier besteht nämlich der ganze weiche Leib noch aus einfachem schleimigen Zellstoff oder aus Protoplasma, das nicht in Zellen differenzirt ist. Allein trotz dieser höchst primitiven Leibesbeschaffenheit schwitzen die Kammerwesen dennoch meistens eine feste, aus Kalkerde bestehende Schale aus, welche eine große Mannichfaltigkeit zierlicher Formbildung zeigt. Bei den älteren und einfacheren Acyttarien ist diese Schale eine einfache, glockenförmige, röhrenförmige oder schneckenhausförmige Kammer, aus deren Mündung ein Bündel von Schleimfäden hervortritt. Im Gegensatz zu diesen Einkammerwesen (Monothalamia) besitzen die

Vielkammerweſen (Polythalamia), zu denen die große Mehrzahl der Acyttarien gehört, ein Gehäuſe, welches aus zahlreichen Kammern in ſehr künſtlicher Weiſe zuſammengeſetzt iſt. Bald liegen dieſe Kammern in einer Reihe hinter einander, bald in concentriſchen Kreiſen oder Spiralen ringförmig um einen Mittelpunkt herum, und dann oft in vielen Etagen übereinander, gleich den Logen eines großen Amphitheaters. Dieſe Bildung beſitzen z. B. die Nummuliten, deren linſenförmige Kalkſchalen, zu Milliarden angehäuft, an der Mittelmeerküſte ganze Gebirge zuſammenſetzen. Die Steine, aus denen die egyptiſchen Pyramiden aufgebaut ſind, beſtehen aus ſolchem Nummulitenkalk. In den meiſten Fällen ſind die Schalenkammern der Polythalamien in einer Spirallinie um einander gewunden. Die Kammern ſtehen mit einander durch Gänge und Thüren in Verbindung, gleich den Zimmern eines großen Palaſtes, und ſind nach außen gewöhnlich durch zahlreiche kleine Fenſter geöffnet, aus denen der ſchleimige Körper formwechſelnde Scheinfüßchen ausſtrecken kann. Und dennoch, trotz des außerordentlich verwickelten und zierlichen Baues dieſes Kalklabyrinthes, trotz der unendlichen Mannichfaltigkeit in dem Bau und der Verzierung ſeiner zahlreichen Kammern, trotz der Regelmäßigkeit und Eleganz ihrer Ausführung, iſt dieſer ganze künſtliche Palaſt das ausgeſchwitzte Produkt einer vollkommen formloſen und ſtrukturloſen Schleimmaſſe! Fürwahr, wenn nicht ſchon die ganze neuere Anatomie der thieriſchen und pflanzlichen Gewebe unſere Plaſtidentheorie ſtützte, wenn nicht alle allgemeinen Reſultate derſelben übereinſtimmend bekräftigten, daß das ganze Wunder der Lebenserſcheinungen und Lebensformen auf die aktive Thätigkeit der formloſen Eiweißverbindungen des Protoplasma zurückzuführen iſt, die Polythalamien allein ſchon müßten unſerer Theorie den Sieg verleihen. Denn hier können wir in jedem Augenblick die wunderbare, aber unleugbare und zuerſt von Dujardin und Max Schulze feſtgeſtellte Thatſache durch das Mikroſkop nachweiſen, daß der formloſe Schleim des weichen Plasmakörpers, dieſer wahre „Lebensſtoff", die zierlichſten, regelmäßigſten und verwickeltſten Bildungen auszuſcheiden vermag. Dies iſt einfach

eine Folge von vererbter Anpaſſung, und wir lernen dadurch verſtehen, wie derſelbe „Urſchleim", daſſelbe Protoplasma, im Körper der Thiere und Pflanzen die verſchiedenſten und complicirteſten Zellenformen erzeugen kann.

Von ganz beſonderem Intereſſe iſt es noch, daß zu den Polythalamien auch der älteſte Organismus gehört, deſſen Reſte uns in verſteinertem Zuſtande erhalten ſind. Dies iſt das früher bereits erwähnte „kanadiſche Morgenweſen", Eozoon canadense, welches vor wenigen Jahren in der Ottawaformation (in den tiefſten Schichten des laurentiſchen Syſtems) am Ottawafluſſe in Canada gefunden worden iſt. In der That, durften wir überhaupt erwarten, in dieſen älteſten Ablagerungen der Primordialzeit noch organiſche Reſte zu finden, ſo konnten wir vor Allen auf dieſe einfachſten und doch mit einer feſten Schale bedeckten Protiſten hoffen, in deren Organiſation der Unterſchied zwiſchen Thier und Pflanze noch nicht ausgeprägt iſt.

Von der zweiten Klaſſe der Wurzelfüßer, von den Sonnenweſen (Heliozoa), kennen wir nur wenige Arten. Eine Art, das ſogenannte „Sonnenthierchen", findet ſich in unſeren ſüßen Gewäſſern ſehr häufig. Schon im vorigen Jahrhundert wurde daſſelbe von Paſtor Eichhorn in Danzig beobachtet und nach ihm Actinosphaerium Eichhornii getauft. Es erſcheint dem bloßen Auge als ein gallertiges graues Schleimkügelchen von der Größe eines Stecknadelknopfes. Unter dem Mikroſkope ſieht man Tauſende feiner Schleimfäden von dem centralen Plasmakörper ausſtrahlen, und bemerkt, daß eine innere zellige Markſchicht von der äußeren blaſigen Rindenſchicht zu unterſcheiden iſt. Dadurch erhebt ſich das kleine Sonnenweſen, trotz des Mangels einer Schale, bereits über die ſtrukturloſen Acyttarien und bildet den Uebergang von dieſen zu den Radiolarien. Verwandter Natur iſt die Gattung Cystophrys.

Die Strahlweſen (Radiolaria) bilden die dritte und letzte Klaſſe der Rhizopoden. In ihren niederen Formen ſchließen ſie ſich eng an die Sonnenweſen und Kammerweſen an, während ſie ſich in ihren höheren Formen weit über dieſe erheben. Von beiden unter-

scheiden sie sich wesentlich dadurch, daß der centrale Theil des Körpers aus vielen Zellen zusammengesetzt und von einer festen Membran umhüllt ist. Diese geschlossene, meistens kugelige „Centralkapsel" ist in eine schleimige Plasmaschicht eingehüllt, von welcher überall Tausende von höchst feinen Fäden, die verästelten und zusammenfließenden Scheinfüßchen, ausstrahlen. Dazwischen sind zahlreiche gelbe Zellen von räthselhafter Bedeutung zerstreut, welche Stärkemehlkörner enthalten. Die meisten Radiolarien zeichnen sich durch ein sehr entwickeltes Skelet aus, welches aus Kieselerde besteht und eine wunderbare Fülle der zierlichsten und seltsamsten Formen zeigt. Bald bildet dieses Kieselskelet eine einfache Gitterkugel (Fig. 16 s), bald ein künstliches System von mehreren concentrischen Gitterkugeln, welche in einander geschachtelt und durch radiale Stäbe verbunden sind. Meistens strahlen zierliche, oft baumförmig verzweigte Stacheln von der Oberfläche der Kugeln aus. Anderemale besteht das ganze Skelet bloß aus einem Kieselstern und ist dann meistens aus zwanzig, nach einem bestimmten mathematischen Gesetze vertheilten und in einem gemeinsamen Mittelpunkte vereinigten Stacheln zusammengesetzt. Bei noch anderen Radiolarien bildet das Skelet zierliche vielkammerige Gehäuse wie bei den Polythalamien. Es giebt wohl keine andere Gruppe von Organismen, welche eine solche Fülle der verschiedenartigsten Grundformen und eine so geometrische Regelmäßigkeit, verbunden mit der zierlichsten Architektonik, in ihren Skeletbildungen entwickelte. Die meisten der bis jetzt bekannt gewordenen Formen habe ich in dem Atlas abgebildet, der meine Monographie der Radiolarien begleitet[28]). Hier gebe ich Ihnen als Beispiel nur die Abbildung von einer der einfachsten Gestalten, der Cyrtidosphaera echinoides von Nizza. Das Skelet besteht hier bloß aus einer einfachen Gitterkugel (s), welche kurze radiale Stacheln (a) trägt, und welche die Centralkapsel (c) locker umschließt. Von der Schleimhülle, welche die letztere umgiebt, strahlen sehr zahlreiche und feine Scheinfüßchen (p) aus, welche links zum Theil zurückgezogen und in eine

klumpige Schleimmaſſe verſchmolzen ſind. Dazwiſchen ſind viele gelbe Zellen (l) zerſtreut.

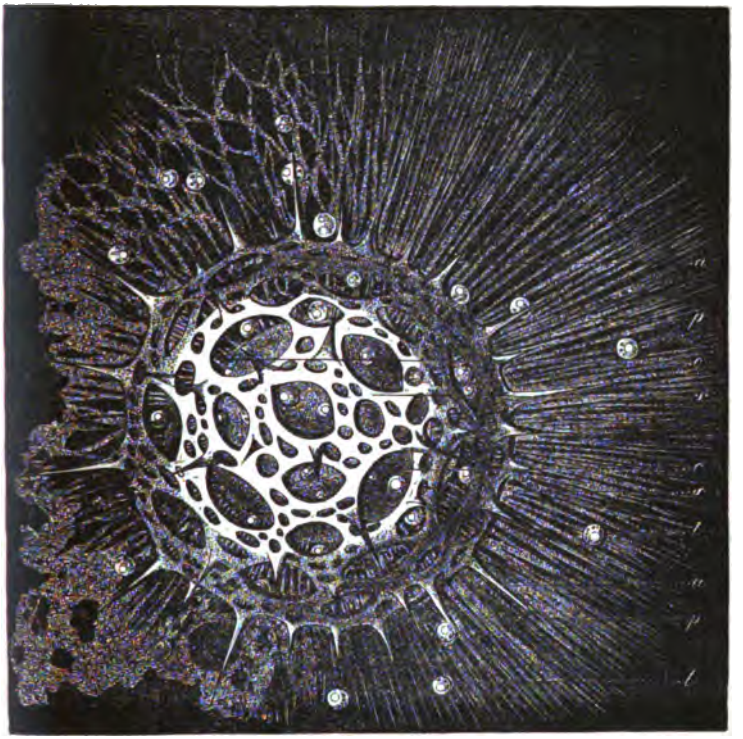


Fig. 16. Cyrtidosphaera echinoides, 400mal vergrößert. c. Kugelige Centralkapſel. s. Gitterförmig durchbrochene Kieſelſchale. a. Radiale Stacheln, welche von derſelben ausſtrahlen. p. Pſeudopodien oder Scheinfüßchen, welche von der die Centralkapſel umgebenden Schleimhülle ausſtrahlen. l. Gelbe kugelige Zellen, welche dazwiſchen zerſtreut ſind, und Amylumkörner enthalten.

Während die Acyttarien meiſtens nur auf dem Grunde des Meeres leben, auf Steinen und Seepflanzen, zwiſchen Sand und Schlamm mittelſt ihrer Scheinfüßchen umherkriechend, ſchwimmen dagegen die Radiolarien größtentheils an der Oberfläche des Meeres, mit rings ausgeſtreckten Pſeudopodien flottirend. Sie finden ſich hier in ungeheuren Mengen beiſammen, ſind aber meiſtens ſo klein, daß man ſie faſt völlig überſah und erſt ſeit zwanzig Jahren ge-

nauer kennen lernte. Fast nur diejenigen Radiolarien, welche in Gesellschaften beisammen leben (Polycyttarien), bilden Gallertklumpen von einigen Linien Durchmesser. Dagegen die meisten isolirt lebenden (Monocyttarien) kann man mit bloßem Auge nicht sehen. Trotzdem finden sich ihre versteinerten Schalen in solchen Massen angehäuft, daß sie an manchen Stellen ganze Berge zusammensetzen, z. B. die Nikobareninseln bei Hinterindien und die Insel Barbados in den Antillen.

Da die Meisten von Ihnen mit den eben angeführten acht Protistenklassen vermuthlich nur sehr wenig oder vielleicht gar nicht genauer bekannt sein werden, so will ich jetzt zunächst noch einiges Allgemeine über ihre Naturgeschichte bemerken. Die große Mehrzahl aller Protisten lebt im Meere, theils freischwimmend an der Oberfläche der See, theils auf dem Meeresboden kriechend, oder an Steinen, Muscheln, Pflanzen u. s. w. festgewachsen. Sehr viele Arten von Protisten leben auch im süßen Wasser, aber nur eine sehr geringe Anzahl auf dem festen Lande (z. B. die Myxomyceten, einige Protoplasten). Die meisten können nur durch das Mikroskop wahrgenommen werden, ausgenommen, wenn sie zu Millionen von Individuen zusammengehäuft vorkommen. Nur Wenige erreichen einen Durchmesser von mehreren Linien oder selbst einigen Zollen. Was ihnen aber an Körpergröße abgeht, ersetzen sie durch die Produktion erstaunlicher Massen von Individuen, und greifen dadurch oft sehr bedeutend in die Oekonomie der Natur ein. Die unverweslichen Ueberreste der gestorbenen Protisten, wie die Kieselschalen der Diatomeen und Radiolarien, die Kalkschalen der Acyttarien, setzen oft dicke Gebirgsmassen zusammen.

In ihren Lebenserscheinungen, insbesondere in Bezug auf Ernährung und Fortpflanzung, schließen sich die einen Protisten mehr den Pflanzen, die anderen mehr den Thieren an. Die Nahrungsaufnahme sowohl als der Stoffwechsel gleichen bald mehr denjenigen der niederen Thiere, bald mehr denjenigen der niederen Pflanzen. Freie Ortsbewegung kommt vielen Protisten zu, während sie anderen fehlt; allein hierin liegt gar kein entscheidender Charakter, da wir auch

unzweifelhafte Thiere kennen, denen die freie Ortsbewegung ganz abgeht, und echte Pflanzen, welche dieſelbe beſitzen. Eine Seele beſitzen alle Protiſten, ſo gut wie alle Thiere und wie alle Pflanzen. Die Seelenthätigkeit der Protiſten äußert ſich in ihrer Reizbarkeit, d. h. in den Bewegungen und anderen Veränderungen, welche in Folge von mechaniſchen, elektriſchen, chemiſchen Reizen u. ſ. w. in ihrem contractilen Protoplasma eintreten. Bewußtſein, Willens- und Denk-Vermögen ſind vielleicht in demſelben geringen Grade vorhanden, wie bei vielen niederen Thieren, während manche von den höheren Thieren in dieſen Beziehungen nicht hinter den niederen Menſchen zurückſtehen. Wie bei allen übrigen Organismen, ſo ſind auch bei den Protiſten die Seelenthätigkeiten auf Molekular-Bewegungen im Protoplasma zurückzuführen.

Der wichtigſte phyſiologiſche Charakter des Protiſtenreichs liegt in der ausſchließlich ungeſchlechtlichen Fortpflanzung aller hierher gehörigen Organismen. Die höheren Thiere und Pflanzen vermehren ſich faſt ausſchließlich nur auf geſchlechtlichem Wege. Die niederen Thiere und Pflanzen vermehren ſich zwar auch vielfach auf ungeſchlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospenbildung, Keimbildung u. ſ. w.; allein daneben findet ſich bei denſelben doch faſt immer noch die geſchlechtliche Fortpflanzung, oft mit erſterer regelmäßig in Generationen abwechſelnd (Metageneſis S. 185). Sämmtliche Protiſten dagegen pflanzen ſich ausſchließlich nur auf dem ungeſchlechtlichen Wege fort und der Gegenſatz der beiden Geſchlechter iſt bei ihnen überhaupt noch nicht durch Differenzirung entſtanden. Es giebt weder männliche noch weibliche Protiſten.

Wie die Protiſten in ihren Lebenserſcheinungen zwiſchen Thieren und Pflanzen (und zwar vorzüglich zwiſchen den niederſten Formen derſelben) mitten inne ſtehen, ſo gilt daſſelbe auch von der chemiſchen Zuſammenſetzung ihres Körpers. Einer der wichtigſten Unterſchiede in der chemiſchen Zuſammenſetzung des Thier- und Pflanzenkörpers beſteht in ſeiner charakteriſtiſchen Skeletbildung. Das Skelet oder das feſte Gerüſte des Körpers beſteht bei den meiſten echten

Pflanzen aus der stickstofffreien Cellulose, welche ein Ausschwitzungsprodukt des stickstoffhaltigen Zellstoffs oder Protoplasma ist. Bei den meisten echten Thieren dagegen besteht das Skelet gewöhnlich entweder aus stickstoffhaltigen Verbindungen (Chitin u. s. w.), oder aus Kalkerde. In dieser Beziehung verhalten sich die einen Protisten mehr wie Pflanzen, die anderen mehr wie Thiere. Bei Vielen ist das Skelet vorzugsweise oder ganz aus Kieselerde gebildet, welche sowohl im Thier- als Pflanzenkörper vorkommt. Der aktive Lebensstoff ist aber in allen Fällen das schleimige Protoplasma.

In Bezug auf die Formbildung der Protisten ist insbesondere hervorzuheben, daß die Individualität ihres Körpers fast immer auf einer außerordentlich tiefen Stufe der Entwickelung stehen bleibt. Sehr viele Protisten bleiben zeitlebens einfache Plastiden oder Individuen erster Ordnung. Andere bilden zwar durch Vereinigung von mehreren Individuen Kolonien oder Staaten von Plastiden; allein auch diese höheren Individuen zweiter Ordnung verharren meistens auf einer sehr niedrigen Ausbildungsstufe. Die Bürger dieser Plastidengemeinden bleiben sehr gleichartig, gehen gar nicht oder nur in sehr geringem Grade Arbeitstheilung ein, und vermögen daher ebenso wenig ihren staatlichen Organismus zu höheren Leistungen zu befähigen, als etwa in Bezug auf das menschliche Gemeinwesen die Wilden Neuhollands dies können. Der Zusammenhang der Plastiden bleibt auch meistens sehr locker, und jede einzelne bewahrt ihre individuelle Selbstständigkeit.

Ein zweiter Formcharakter, welcher nächst der niederen Individualitätsstufe die Protisten besonders auszeichnet, ist der niedere Ausbildungsgrad ihrer stereometrischen Grundform. Wie ich in meiner Grundformenlehre (im vierten Buche der generellen Morphologie) gezeigt habe, ist bei den meisten Organismen sowohl in der Gesammtbildung des Körpers als in der Form der einzelnen Theile eine bestimmte geometrische Grundform nachzuweisen. Diese ideale Grundform, welche durch die Zahl, Lagerung, Verbindung und Differenzirung der zusammensetzenden Theile bestimmt ist, verhält sich zu der

realen organiſchen Form ähnlich, wie ſich die ideale geometriſche Grundform der Kryſtalle zu ihrer unvollkommenen realen Form verhält. Bei den meiſten Körpern und Körpertheilen von Thieren und Pflanzen iſt dieſe Grundform eine Pyramide, und zwar bei den ſogenannten „ſtrahlig-regulären" Formen eine reguläre Pyramide, bei den höher differenzirten, ſogenannten „bilateral-ſymmetriſchen" Formen eine irreguläre Pyramide. (Vergl. die Tabellen S. 556—558 im erſten Bande der gen. Morph.) Bei den Protiſten iſt dieſe Pyramidenform, welche im Thier- und Pflanzenreiche vorherrſcht, im Ganzen ſelten, und ſtatt deſſen iſt die Form entweder ganz unregelmäßig (amorph oder irregulär), oder es iſt die Grundform eine einfachere, reguläre, geometriſche Form; insbeſondere ſehr häufig die Kugel, der Cylinder, das Ellipſoid, das Sphäroid, der Doppelkegel, der Kegel, das reguläre Polyeder (Tetraeder, Hexaeder, Octaeder, Dodekaeder, Icoſaeder) u. ſ. w. Alle dieſe niederen Grundformen des promorphologiſchen Syſtems ſind bei den Protiſten vorherrſchend. Jedoch kommen daneben bei vielen Protiſten auch noch die höheren regulären und bilateralen Grundformen vor, welche im Thier- und Pflanzenreich überwiegen. Auch in dieſer Hinſicht ſchließen ſich oft von nächſtverwandten Protiſten die einen (z. B. die Acyttarien) mehr den Thieren, die anderen (z. B. die Radiolarien) mehr den Pflanzen an.

Was nun die paläontologiſche Entwickelung des Protiſtenreichs betrifft, ſo kann man darüber ſehr verſchiedene, aber immer nur höchſt unſichere genealogiſche Hypotheſen aufſtellen. Vielleicht ſind die einzelnen Klaſſen deſſelben ſelbſtſtändige Stämme oder Phylen, die ſich ſowohl unabhängig von einander als von dem Thierreich und von dem Pflanzenreich entwickelt haben. Selbſt wenn wir die monophyletiſche Deſcendenzhypotheſe annehmen, und für alle Organismen ohne Ausnahme, die jemals auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, die gemeinſame Abſtammung von einer einzigen Moneren-form behaupten, ſelbſt in dieſem Falle iſt der Zuſammenhang der neutralen Protiſten einerſeits mit dem Pflanzenſtamm, andrer-

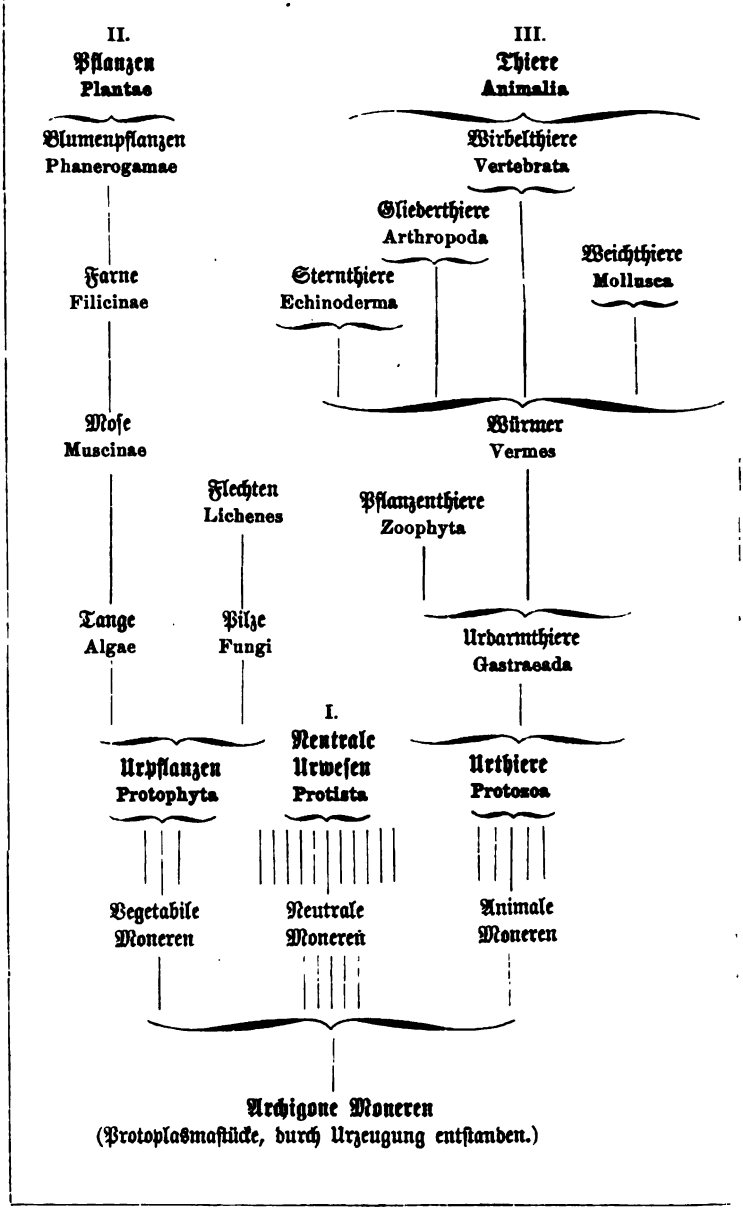
seits mit dem Thierstamm nur sehr locker. Wir hätten sie dann (vergl. S. 398) als niedere Wurzelschößlinge anzusehen, welche sich unmittelbar aus der Wurzel jenes zweistämmigen organischen Stammbaums entwickelt haben, oder vielleicht als tief unten abgehende Zweige eines gemeinsamen niederen Protistenstammes, welcher in der Mitte zwischen den beiden divergirenden hohen und mächtigen Stämmen des Thier- und Pflanzenreichs aufgeschossen ist. Die einzelnen Protistenklassen, mögen sie nun an ihrer Wurzel gruppenweise enger zusammenhängen oder nur ein lockeres Büschel von Wurzelschößlingen bilden, würden in diesem Falle weder mit den rechts nach dem Thierreiche, noch mit den links nach dem Pflanzenreiche einseitig abgehenden Organismengruppen Etwas zu thun haben.

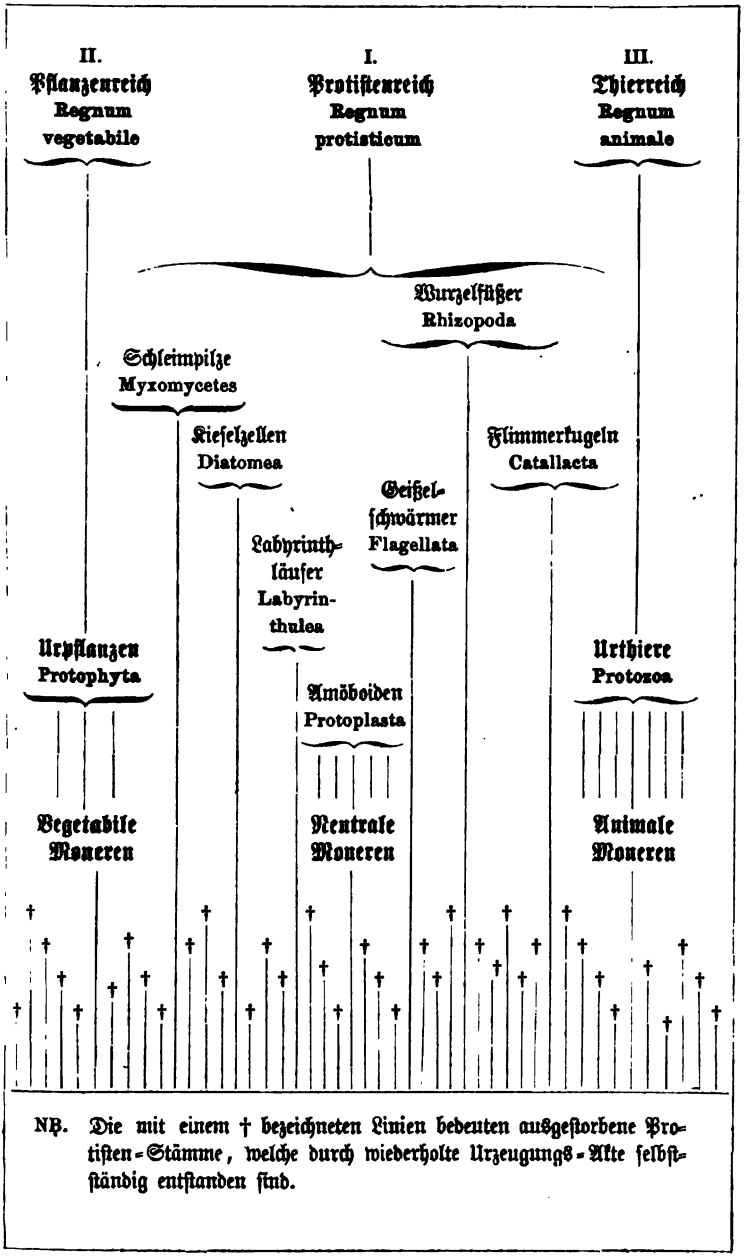
Nehmen wir dagegen die vielheitliche oder polyphyletische Descendenzhypothese an, so würden wir uns eine mehr oder minder große Anzahl von organischen Stämmen oder Phylen vorzustellen haben, welche alle neben einander und unabhängig aus dem gemeinsamen Boden der Urzeugung aufschießen. (Vergl. S. 399.) Es würden dann zahlreiche verschiedene Moneren durch Urzeugung entstanden sein, deren Unterschiede nur in geringen, für uns nicht erkennbaren Differenzen ihrer chemischen Zusammensetzung und in Folge dessen auch ihrer Entwickelungsfähigkeit beruhen. Eine geringe Anzahl von Moneren würde dem Pflanzenreich, und ebenso andrerseits eine geringe Anzahl von Moneren dem Thierreich den Ursprung gegeben haben. Zwischen diesen beiden Gruppen aber würde sich, unabhängig davon, eine größere Anzahl von selbstständigen Stämmen entwickelt haben, die auf einer tieferen Organisationsstufe stehen blieben, und sich weder zu echten Pflanzen, noch zu echten Thieren entwickelten.

Eine sichere Entscheidung zwischen der monophyletischen und polyphyletischen Hypothese ist bei dem gegenwärtigen unvollkommenen Zustande unserer phylogenetischen Erkenntniß noch ganz unmöglich. Die verschiedenen Protistengruppen und die von ihnen kaum trennbaren niedersten Formen einerseits des Thierreichs, andrerseits des Pflanzenreichs, zeigen unter einander einen so innigen Zusammenhang

und eine ſo bunte Miſchung der maßgebenden Eigenthümlichkeiten, daß gegenwärtig noch jede ſyſtematiſche Eintheilung und Anordnung der Formengruppen mehr oder weniger künſtlich und gezwungen erſcheint. Daher gilt auch der hier Ihnen vorgeführte Verſuch nur als ein ganz proviſoriſcher. Je tiefer man jedoch in die genealogiſchen Geheimniſſe dieſes dunkeln Forſchungsgebietes eindringt, deſto mehr Wahrſcheinlichkeit gewinnt die Anſchauung, daß einerſeits das Pflanzenreich, anderſeits das Thierreich einheitlichen Urſprungs iſt, daß aber in der Mitte zwiſchen dieſen beiden großen Stammbäumen noch eine Anzahl von unabhängigen kleinen Organismengruppen durch vielfach wiederholte Urzeugungsakte entſtanden iſt, welche durch ihren indifferenten, neutralen Charakter, und ihre Miſchung von thieriſchen und pflanzlichen Eigenſchaften auf die Bezeichnung von ſelbſtſtändigen Protiſten Anſpruch machen können.

Wenn wir alſo auch einen ganz ſelbſtſtändigen Stamm für das Pflanzenreich, einen zweiten für das Thierreich annehmen, würden wir zwiſchen beiden doch eine Anzahl von ſelbſtſtändigen Protiſtenſtämmen aufſtellen können, deren jeder ganz unabhängig von jenen aus einer eigenen archigonen Monerenform ſich entwickelt hat. Um ſich dieſes Verhältniß zu veranſchaulichen, kann man ſich die ganze Organismenwelt als eine ungeheure Wieſe vorſtellen, welche größtentheils verdorrt iſt, und auf welcher zwei vielverzweigte mächtige Bäume ſtehen, die ebenfalls größtentheils abgeſtorben ſind. Dieſe letzteren mögen das Thierreich und das Pflanzenreich vorſtellen, ihre friſchen noch grünenden Zweige die lebenden Thiere und Pflanzen, die verdorrten Zweige mit welkem Laube dagegen die ausgeſtorbenen Gruppen. Das dürre Gras der Wieſe entſpricht den wahrſcheinlich zahlreichen, ausgeſtorbenen Stämmen, die wenigen noch grünen Halme dagegen den jetzt noch lebenden Phylen des Protiſtenreichs. Den gemeinſamen Boden der Wieſe aber, aus dem alle hervorgeſproßt ſind, bildet das Protoplasma.


II.
Pflanzen
Plantae
III.
Thiere
Animalia
Blumenpflanzen
Phanerogamae
Wirbelthiere
Vertebrata
Gliederthiere
Arthropoda
Weichthiere
Mollusca
Farne
Filicinae
Sternthiere
Echinoderma
Würmer
Vermes
Moſe
Muscinae
Flechten
Lichenes
Pflanzenthiere
Zoophyta
Tange
Algae
Pilze
Fungi
Urdarmthiere
Gastraeada
I.
Neutrale
Urweſen
Protista
Urpflanzen
Protophyta
Urthiere
Protozoa
Vegetabile
Moneren
Neutrale
Moneren
Animale
Moneren
Archigone Moneren
(Protoplasmaſtücke, durch Urzeugung entſtanden.)




NB. Die mit einem † bezeichneten Linien bedeuten ausgeſtorbene Protiſten-Stämme, welche durch wiederholte Urzeugungs-Akte ſelbſtſtändig entſtanden ſind.

# Siebenzehnter Vortrag.

## Stammbaum und Geschichte des Pflanzenreichs.

Das natürliche System des Pflanzenreichs. Eintheilung des Pflanzenreichs in sechs Hauptklassen und neunzehn Klassen. Unterreich der Blumenlosen (Cryptogamen). Stammgruppe der Thalluspflanzen. Tange oder Algen (Urtange, Grüntange, Brauntange, Rothtange, Mostange. Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze). Stammgruppe der Prothallospflanzen. Mose oder Muscinen (Lebermose, Laubmose). Farne oder Filicinen (Laubfarne, Schaftfarne, Wasserfarne, Zungenfarne, Schuppenfarne). Unterreich der Blumenpflanzen (Phanerogamen). Nacktsamige oder Gymnospermen. Palmfarne (Cycadeen). Nadelhölzer (Coniferen). Meningos (Gnetaceen). Decksamige oder Angiospermen. Monocotylen. Dicotylen. Kelchblüthige (Apetalen). Sternblüthige (Diapetalen). Glockenblüthige (Gamopetalen).

Meine Herren! Jeder Versuch, den wir zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer kleineren oder größeren Gruppe von blutsverwandten Organismen unternehmen, hat sich zunächst an das bestehende „natürliche System" dieser Gruppe anzulehnen. Denn obgleich das natürliche System der Thiere, Protisten und Pflanzen niemals endgültig festgestellt werden, vielmehr immer nur einen mehr oder weniger annähernden Grad von Erkenntniß der wahren Blutsverwandtschaft darstellen wird, so wird es nichtsdestoweniger jederzeit die hohe Bedeutung eines hypothetischen Stammbaums behalten. Allerdings wollen die meisten Zoologen, Protistiker und Botaniker durch ihr „natürliches System" nur im Lapidarstyl die subjektiven Anschauungen ausdrücken, die ein jeder von ihnen von der objektiven

„Formverwandtschaft" der Organismen besitzt. Allein diese Formverwandtschaft ist ja im Grunde, wie Sie gesehen haben, nur die nothwendige Folge der wahren Blutsverwandtschaft. Daher wird jeder Morphologe, welcher unsere Erkenntniß des natürlichen Systems fördert, gleichzeitig, er mag wollen oder nicht, auch unsere Erkenntniß des Stammbaumes fördern. Je mehr das natürliche System seinen Namen wirklich verdient, je fester es sich auf die übereinstimmenden Resultate der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie gründet, desto sicherer dürfen wir dasselbe als den annähernden Ausdruck des wahren Stammbaums betrachten.

Indem wir uns nun zu unserer heutigen Aufgabe die Genealogie des Pflanzenreichs stecken, werden wir, jenem Grundsatze gemäß, zunächst einen Blick auf das natürliche System des Pflanzenreichs zu werfen haben, wie dasselbe heutzutage von den meisten Botanikern mit mehr oder minder unbedeutenden Abänderungen angenommen wird. Danach zerfällt zunächst die ganze Masse aller Pflanzenformen in zwei Hauptgruppen. Diese obersten Hauptabtheilungen oder Unterreiche sind noch dieselben, welche bereits vor mehr als einem Jahrhundert Carl Linné, der Begründer der systematischen Naturgeschichte, unterschied, und welche er Cryptogamen oder Geheimblühende und Phanerogamen oder Offenblühende nannte. Die letzteren theilte Linné in seinem künstlichen Pflanzensystem nach der verschiedenen Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße, sowie nach der Vertheilung der Geschlechtsorgane, in 23 verschiedene Klassen, und diesen fügte er dann als 24ste und letzte Klasse die Cryptogamen an.

Die Cryptogamen, die geheimblühenden oder blumenlosen Pflanzen, welche früherhin nur wenig beobachtet wurden, haben durch die eingehenden Forschungen der Neuzeit eine so große Mannichfaltigkeit der Formen und eine so tiefe Verschiedenheit im gröberen und feineren Bau offenbart, daß wir unter denselben nicht weniger als vierzehn verschiedene Klassen unterscheiden müssen, während wir die Zahl der Klassen unter den Blüthenpflanzen oder Phanoroga-

men auf fünf beschränken können. Diese neunzehn Klassen des Pflanzenreichs aber gruppiren sich naturgemäß wiederum dergestalt, daß wir im Ganzen sechs Hauptklassen (oder Kladen, d. h. Aeste) des Pflanzenreichs unterscheiden können. Zwei von diesen sechs Hauptklassen fallen auf die Blüthenpflanzen, vier dagegen auf die Blüthenlosen. Wie sich jene 19 Klassen auf diese sechs Hauptklassen, und die letzteren auf die Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs vertheilen, zeigt die nachstehende Tabelle (S. 404).

Das Unterreich der Cryptogamen oder Blumenlosen kann man zunächst naturgemäß in zwei Hauptabtheilungen oder Stammgruppen zerlegen, welche sich in ihrem inneren Bau und in ihrer äußeren Form sehr wesentlich unterscheiden, nämlich die Thalluspflanzen und die Prothalluspflanzen. Die Stammgruppe der Thalluspflanzen umfaßt die beiden großen Hauptklassen der Tange oder Algen, welche im Wasser leben, und der Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze), welche außerhalb des Wassers, auf der Erde, auf Steinen, Baumrinden, auf verwesenden organischen Körpern u. s. w. wachsen. Die Stammgruppe der Prothalluspflanzen dagegen enthält die beiden formenreichen Hauptklassen der Mose und Farne.

Alle Thalluspflanzen oder Thallophyten sind sofort daran zu erkennen, daß man an ihrem Körper die beiden morphologischen Grundorgane der übrigen Pflanzen, Stengel und Blätter, noch nicht unterscheiden kann. Vielmehr ist der ganze Leib aller Tange und aller Fadenpflanzen eine aus einfachen Zellen zusammengesetzte Masse, welche man als Laubkörper oder Thallus bezeichnet. Dieser Thallus ist noch nicht in Axorgane (Stengel und Wurzel) und Blattorgane differenzirt. Hierdurch, sowie durch viele andere Eigenthümlichkeiten, stellen sich die Thallophyten allen übrigen Pflanzen, nämlich den beiden Hauptgruppen der Prothalluspflanzen und der Blüthenpflanzen, gegenüber und man hat deshalb auch häufig die letzteren beiden als Stockpflanzen oder Cormophyten zusammengefaßt. Das Verhältniß dieser drei Stammgruppen zu

einander, entsprechend jenen beiden verschiedenen Auffassungen, macht Ihnen nachstehende Uebersicht deutlich:

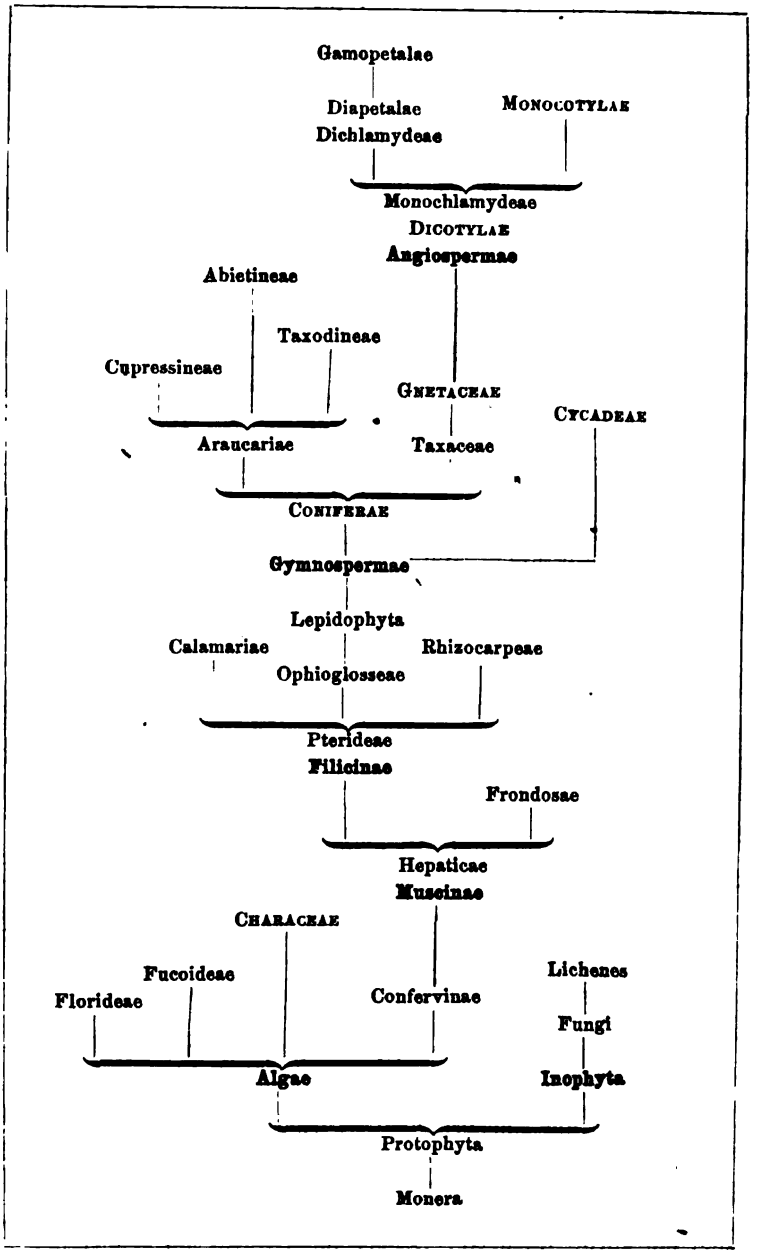
| | | |
|---|---|---|
| I. Blumenlose (Cryptogamae). | A. Thallospflanzen (Thallophyta). | I. Thallospflanzen (Thallophyta). |
| | B. Prothallospflanzen (Prothallota). | II. Stockpflanzen (Cormophyta). |
| II. Blumenpflanzen (Phanerogamae). | C. Blumenpflanzen (Phanerogamae). | |

Die Stockpflanzen oder Cormophyten, in deren Organisation bereits der Unterschied von Axorganen (Stengel und Wurzel) und Blattorganen entwickelt ist, bilden gegenwärtig und schon seit sehr langer Zeit die Hauptmasse der Pflanzenwelt. Allein so war es nicht immer. Vielmehr fehlten die Stockpflanzen, und zwar nicht allein die Blumenpflanzen, sondern auch die Prothallospflanzen, noch gänzlich während jenes unermeßlich langen Zeitraums, welcher als das archolithische oder primordiale Zeitalter den Beginn und den ersten Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte bildet. Sie erinnern sich, daß während dieses Zeitraums sich die laurentischen, cambrischen und silurischen Schichtensysteme ablagerten, deren Dicke zusammengenommen ungefähr 70,000 Fuß beträgt. Da nun die Dicke aller darüber liegenden jüngeren Schichten, von den devonischen bis zu den Ablagerungen der Gegenwart, zusammen nur ungefähr 60,000 Fuß erreicht, so konnten wir hieraus allein den auch aus anderen Gründen wahrscheinlichen Schluß ziehen, daß jenes archolithische oder primordiale Zeitalter eine längere Dauer besaß, als die ganze darauf folgende Zeit bis zur Gegenwart. Während dieses ganzen unermeßlichen Zeitraums, der vielleicht viele Millionen von Jahrhunderten umschloß, scheint das Pflanzenleben auf unserer Erde ausschließlich durch die Stammgruppe der Thallospflanzen, und zwar nur durch die Hauptklasse der wasserbewohnenden Thallospflanzen, durch die Tange oder Algen, vertreten gewesen zu sein. Wenigstens gehören alle versteinerten Pflanzenreste, welche wir mit Sicherheit aus der Primordialzeit kennen, ausschließlich dieser Hauptklasse an.

## Syſtematiſche Ueberſicht

der ſechs Hauptklaſſen und neunzehn Klaſſen des Pflanzenreichs.

| Stammgruppen oder Unterreiche des Pflanzenreichs | Hauptklaſſen oder Kladen des Pflanzenreichs | Klaſſen des Pflanzenreichs | Syſtematiſcher Name der Klaſſen |
|---|---|---|---|
| A. Thallus-Pflanzen Thallophyta | I. Tange *Algae* | 1. Urpflanzen | 1. Protophyta |
| | | 2. Grüntange | 2. Confervinae |
| | | 3. Brauntange | 3. Fucoideae |
| | | 4. Rothtange | 4. Florideae |
| | | 5. Moostange | 5. Characeae |
| | II. Fadenpflanzen *Inophyta* | 6. Pilze | 6. Fungi |
| | | 7. Flechten | 7. Lichenes |
| B. Prothallus-Pflanzen Prothallota | III. Moſe *Muscinae* | 8. Lebermoſe | 8. Hepaticae *(Thallobrya)* |
| | | 9. Laubmoſe | 9. Frondosae *(Phyllobrya)* |
| | IV. Farne *Filicinae* | 10. Laubfarne | 10. Pterideae *(Filices)* |
| | | 11. Schaftfarne | 11. Calamariae *(Calamophyta)* |
| | | 12. Waſſerfarne | 12. Rhizocarpeae *(Hydropterides)* |
| | | 13. Zungenfarne | 13. Ophioglosseae *(Glossopterides)* |
| | | 14. Schuppenfarne | 14. Lepidophyta *(Selagines)* |
| C. Blumen-Pflanzen Phanerogamae | V. Nacktſamige *Gymnospermae* | 15. Palmfarne | 15. Cycadeae |
| | | 16. Nadelhölzer | 16. Coniferae |
| | | 17. Meningos | 17. Gnetaceae |
| | VI. Deckſamige *Angiospermae* | 18. Einkeimblättrige | 18. Monocotylae |
| | | 19. Zweikeimblättrige | 19. Dicotylae |


Gamopetalae
Diapetalae
Dichlamydeae
Monocotylae
Monochlamydeae
Dicotylae
Angiospermae
Abietineae
Taxodineae
Cupressineae
Gnetaceae
Cycadeae
Araucariae
Taxaceae
Coniferae
Gymnospermae
Lepidophyta
Calamariae
Rhizocarpeae
Ophioglosseae
Pterideae
Filicinae
Frondosae
Hepaticae
Muscinae
Characeae
Fucoideae
Florideae
Confervinae
Lichenes
Fungi
Algae
Inophyta
Protophyta
Monera

Da auch alle Thierreste dieses ungeheueren Zeitraums nur wasserbewohnenden Thieren angehören, so schließen wir daraus, daß landbewohnende Organismen damals noch gar nicht existirten.

Schon aus diesen Gründen muß die erste und unvollkommenste Hauptklasse des Pflanzenreichs, die Abtheilung der **Tange oder Algen**, für uns von ganz besonderer Bedeutung sein. Dazu kommt noch das hohe Interesse, welches uns diese Hauptklasse, auch an sich betrachtet, gewährt. Trotz ihrer höchst einfachen Zusammensetzung aus gleichartigen oder nur wenig differenzirten Zellen zeigen die Tange dennoch eine außerordentliche Mannichfaltigkeit verschiedener Formen. Einerseits gehören dazu die einfachsten und unvollkommensten aller Gewächse, andrerseits sehr entwickelte und eigenthümliche Gestalten. Ebenso wie in der Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit ihrer äußeren Formbildung unterscheiden sich die verschiedenen Algengruppen auch in der Körpergröße. Auf der tiefsten Stufe finden wir die winzig kleinen Protococcus-Arten, von denen mehrere Hunderttausend auf den Raum eines Stecknadelknopfs gehen. Auf der höchsten Stufe bewundern wir in den riesenmäßigen Makrocysten, welche eine Länge von 300—400 Fuß erreichen, die längsten von allen Gestalten des Pflanzenreichs. Vielleicht ist auch ein großer Theil der Steinkohlen aus Tangen entstanden. Und wenn nicht aus diesen Gründen, so müßten die Algen schon deshalb unsere besondere Aufmerksamkeit erregen, weil sie die Anfänge des Pflanzenlebens bilden und die Stammformen aller übrigen Pflanzengruppen enthalten, vorausgesetzt, daß unsere monophyletische Hypothese von einem gemeinsamen Ursprung aller Pflanzengruppen richtig ist (vergl. S. 405).

Die meisten Bewohner des Binnenlandes können sich nur eine sehr unvollkommene Vorstellung von dieser höchst interessanten Hauptklasse des Pflanzenreichs machen, weil sie davon nur die verhältnißmäßig kleinen und einfachen Vertreter kennen, welche das süße Wasser bewohnen. Die schleimigen grünen Wasserfäden und Wasserflocken in unseren Teichen und Brunnentrogen, die hellgrünen Schleimüberzüge auf allerlei Holzwerk, welches längere Zeit mit Wasser in Be-

rührung war, die gelbgrünen ſchaumigen Schleimdecken auf den Tümpeln unſerer Dörfer, die grünen Haarbüſcheln gleichenden Fadenmaſſen, welche überall im ſtehenden und fließenden Süßwaſſer vorkommen, ſind größtentheils aus verſchiedenen Tangarten zuſammengeſetzt. Aber nur Diejenigen, welche die Meeresküſte beſucht haben, welche an den Küſten von Helgoland und von Schleswig-Holſtein die ungeheuren Maſſen ausgeworfenen Seetangs bewundert, oder an den Felſenufern des Mittelmeeres die zierlich geſtaltete und lebhaft gefärbte Tangvegetation auf dem Meeresboden ſelbſt durch die klare blaue Fluth hindurch erblickt haben, wiſſen die Bedeutung der Tangklaſſe annähernd zu würdigen. Und dennoch geben ſelbſt dieſe formenreichen untermeeriſchen Algenwälder der europäiſchen Küſten nur eine ſchwache Vorſtellung von den koloſſalen Sargaſſowäldern des atlantiſchen Oceans, jenen ungeheuren Tangbänken, welche einen Flächenraum von ungefähr 40,000 Quadratmeilen bedecken, und welche dem Columbus auf ſeiner Entdeckungsreiſe die Nähe des Feſtlandes vorſpiegelten. Aehnliche, aber weit ausgedehntere Tangwälder wuchſen in dem primordialen Urmeere wahrſcheinlich in dichten Maſſen, und wie zahlloſe Generationen dieſer archolithiſchen Tange über einander hinſtarben, bezeugen unter Anderen die mächtigen ſiluriſchen Alaunſchiefer Schwedens, deren eigenthümliche Zuſammenſetzung weſentlich von jenen untermeeriſchen Algenmaſſen herrührt. Nach der neueren Anſicht des Bonner Geologen Friedrich Mohr iſt ſogar der größte Theil der Steinkohlenflötze aus den zuſammengehäuften Pflanzenleichen der Tangwälder im Meere entſtanden.

Wir unterſcheiden in der Hauptklaſſe der Tange oder Algen fünf verſchiedene Klaſſen, nämlich: 1. Urtange oder Protophyten, 2. Grüntange oder Confervinen, 3. Brauntange oder Fucoideen, 4. Rothtange oder Florideen, und 5. Mostange oder Characeen.

Die erſte Klaſſe der Tange, die Urtange (Archephyceae) könnten auch Urpflanzen (Protophyta) genannt werden, weil dieſelben die einfachſten und unvollkommenſten von allen Pflanzen enthalten, und insbeſondere jene älteſten aller pflanzlichen Organismen, welche

allen übrigen Pflanzen den Urſprung gegeben haben. Es gehören hierher alſo zunächſt jene allerälteſten vegetabiliſchen Moneren, welche im Beginne der laurentiſchen Periode durch Urzeugung entſtanden ſind. Ferner müſſen wir dahin alle jene Pflanzenformen von einfachſter Organiſation rechnen, welche aus jenen ſich zunächſt in laurentiſcher Zeit entwickelt haben, und welche den Formwerth einer einzigen Plaſtide beſaßen. Zunächſt waren dies ſolche Urpflänzchen, deren ganzer Körper eine einfachſte Cytode (eine kernloſe Plaſtide) bildete, und weiterhin ſolche, die bereits durch Sonderung eines Kernes im Plasma den höheren Formwerth einer einfachen Zelle erreicht hatten (vergl. oben S. 308). Noch in der Gegenwart leben verſchiedene einfachſte Tangformen, welche von dieſen urſprünglichen Urpflanzen ſich nur wenig entfernt haben. Dahin gehören die Tangfamilien der Codiolaceen, Protococcaceen, Desmidiaceen, Palmellaceen, Hydrodictyeen, und noch manche Andere. Auch die merkwürdige Gruppe der Phycochromaceen (Chroococcaceen und Oſcillarineen) würde hierher zu ziehen ſein, falls man dieſe nicht lieber als einen ſelbſtſtändigen Stamm des Protiſtenreichs anſehen will (vergl. S. 376).

Die monoplaſtiden Protophyten, d. h. die aus einer einzigen Plaſtide beſtehenden Urtange, ſind vom größten Intereſſe, weil hier der pflanzliche Organismus ſeinen ganzen Lebenslauf als ein einfachſtes „Individuum erſter Ordnung" vollendet, entweder als kernloſe Cytode, oder als kernhaltige Zelle. Vorzüglich die Unterſuchungen von Alexander Braun und von Carl Nägeli, zwei um die Entwickelungs-Theorie ſehr verdienten Botanikern, haben uns näher mit denſelben bekannt gemacht. Zu den monocytoden Urpflanzen gehören die höchſt merkwürdigen Schlauchalgen oder Siphoneen, deren anſehnlicher Körper in wunderbarer Weiſe die Formen höherer Pflanzen nachahmt („Mimicry"). Manche von dieſen Siphoneen erreichen eine Größe von mehreren Fußen und gleichen einem zierlichen Moſe („Bryopsis") oder einem Bärlappe oder gar einer vollkommenen Blüthenpflanze mit Stengel, Wurzeln und Blättern (Caulerpa, Fig. 17). Und dennoch beſteht dieſer ganze große und

Fig. 17. Caulerpa denticulata, ein monoplaſtide Siphonee in natürlicher Größe. Die ganze verzweigte Urpflanze, welche aus einem kriechenden Stengel mit Wurzelfaſer-Büſcheln und gezähnten Laubblättern zu beſtehen ſcheint, iſt in Wirklichkeit nur eine einzige Plaſtide, und zwar eine (kernloſe) Cytode, noch nicht einmal von dem Formwerth einer (kernhaltigen) Zelle.

vielfach äußerlich differenzirte Körper innerlich aus einem ganz einfachen Schlauche, der nur den Formwerth einer einzigen Cytode beſitzt. Dieſe wunderbaren Siphoneen, Vaucherien und Caulerpen zeigen uns, wie weit es die einzelne Cytode als ein einfachſtes Individuum erſter Ordnung durch fortgeſetzte Anpaſſung an die Verhältniſſe der Außenwelt bringen kann. Auch die einzelligen Urpflanzen, welche ſich durch den Beſitz eines Kernes von den monocytoden unterſcheiden, bilden durch vielſeitige Anpaſſung eine große Mannichfaltigkeit von zierlichen Formen, beſonders die reizenden Desmidiaceen, von denen als Beiſpiel in Fig. 18 eine Art von Euaſtrum abgebildet iſt. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß ähnliche Urpflanzen, deren weicher Körper aber

Fig. 18. Euastrum rota, eine einzellige Desmidiacee, ſtark vergrößert. Der ganze zierliche ſternförmige Körper der Urpflanze hat den Formwerth einer einzigen Zelle. In der Mitte derſelben liegt der Kern nebſt Kernkörperchen.

nicht der foſſilen Erhaltung fähig war, in großer Maſſe und Mannichfaltigkeit einſt das laurentiſche Urmeer bevölkerten und einen großen Formenreichthum entfalteten, ohne doch die Individualitätsſtufe einer einfachen Plaſtide zu überſchreiten.

An die Urpflanzen oder Urtange ſchließt ſich als zweite Klaſſe der Algen zunächſt die Gruppe der Grüntange oder Grünalgen an (Confervinae oder Chlorophyceae). Gleich der Mehrzahl der erſteren ſind auch ſämmtliche Grüntange grün gefärbt, und zwar durch denſelben Farbſtoff, das Blattgrün oder Chlorophyll, welches auch die Blätter aller höheren Gewächſe grün färbt. Zu dieſer Klaſſe gehören außer einer großen Anzahl von niederen Seetangen die allermeiſten Tange des ſüßen Waſſers, die gemeinen Waſſerfäden oder Conferven, die grünen Schleimkugeln oder Glöoſphären, der hellgrüne Waſſerſalat oder die Ulven, welche einem ſehr dünnen und langen Salatblatte gleichen, ferner zahlreiche mikroſkopiſch kleine Tange, welche in dichter Maſſe zuſammengehäuft einen hellgrünen ſchleimigen Ueberzug über allerlei im Waſſer liegende Gegenſtände, Holz, Steine u. ſ. w. bilden, ſich aber durch die Zuſammenſetzung und Differenzirung ihres Körpers bereits über die einfachen Urtange erheben. Da die Grüntange, gleich den Urtangen, meiſtens einen ſehr weichen Körper beſitzen, waren ſie nur ſehr ſelten der Verſteinerung fähig. Es kann aber wohl nicht bezweifelt werden, daß auch dieſe Algenklaſſe, welche ſich zunächſt aus

der vorhergehenden entwickelt hat, gleich jener bereits während der laurentiſchen Zeit die ſüßen und ſalzigen Gewäſſer der Erde in der größten Ausdehnung und Mannichfaltigkeit bevölkerte.

In der dritten Klaſſe, derjenigen der Brauntange oder Schwarztange (Fucoideae oder Phaeophyceae), erreicht die Hauptklaſſe der Algen ihren höchſten Entwickelungsgrad, wenigſtens in Bezug auf die körperliche Größe. Die charakteriſtiſche Farbe der Fucoideen iſt meiſt ein mehr oder minder dunkles Braun, bald mehr in Olivengrün und Gelbgrün, bald mehr in Braunroth und Schwarz übergehend. Hierher gehören die größten aller Tange, welche zugleich die längſten von allen Pflanzen ſind, die koloſſalen Rieſentange, unter denen Macrocystis pyrifera an der californiſchen Küſte eine Länge von 400 Fuß erreicht. Aber auch unter unſeren einheimiſchen Tangen gehören die anſehnlichſten Formen zu dieſer Gruppe, ſo namentlich der ſtattliche Zuckertang (Laminaria), deſſen ſchleimige olivengrüne Thalluskörper, rieſigen Blättern von 10—15 Fuß Länge, ½—1 Fuß Breite gleichend, in großen Maſſen an der Küſte der Nord- und Oſtſee ausgeworfen werden. Auch der in unſeren Meeren gemeine Blaſentang (Fucus vesiculosus), deſſen mehrfach gabelförmig geſpaltenes Laub durch viele eingeſchloſſene Luftblaſen, (wie bei vielen anderen Brauntangen) auf dem Waſſer ſchwimmend erhalten wird, gehört zu dieſer Klaſſe; ebenſo der freiſchwimmende Sargaſſotang (Sargussum bacciferum), welcher die ſchwimmenden Wieſen oder Bänke des Sargaſſomeeres bildet. Obwohl jedes Individuum von dieſen großen Tangbäumen aus vielen Millionen von Zellen zuſammengeſetzt iſt, beſteht es dennoch im Beginne ſeiner Exiſtenz, gleich allen höheren Pflanzen, aus einer einzigen Zelle, einem einfachen Ei. Dieſes Ei iſt z. B. bei unſerm gemeinen Blaſentang eine nackte, hüllenloſe Zelle, und iſt als ſolche den nackten Eiern niederer Seethiere, z. B. der Meduſen, zum Verwechſeln ähnlich (Fig. 19). Fucoideen oder Brauntange ſind es wahrſcheinlich zum größten Theile geweſen, welche während der Primordialzeit die charakteriſtiſchen Tangwälder dieſes endloſen Zeitraums zuſammengeſetzt haben. Die verſteinerten Reſte, welche

Fig. 19. Das Ei des gemeinen Blaſentang (Fucus vesiculosus), eine einfache nackte Zelle, ſtark vergrößert. In der Mitte der nackten Protoplasma-Kugel ſchimmert der helle Kern hindurch.

uns von denſelben (vorzüglich aus der ſiluriſchen Zeit) erhalten ſind, können uns allerdings nur eine ſchwache Vorſtellung davon geben, weil die Formen dieſer Tange, gleich den meiſten anderen, ſich nur ſchlecht zur Erhaltung im foſſilen Zuſtande eignen. Jedoch iſt vielleicht, wie ſchon bemerkt, ein großer Theil der Steinkohle aus denſelben zuſammengeſetzt.

Weniger bedeutend iſt die vierte Klaſſe der Tange, diejenige der Roſentange oder Rothtange (Florideae oder Rhodophyceae). Zwar entfaltet auch dieſe Klaſſe einen großen Reichthum verſchiedener Formen. Allein die meiſten derſelben ſind von viel geringerer Größe als die Brauntange. Uebrigens ſtehen ſie den letzteren an Vollkommenheit und Differenzirung der äußeren Form keineswegs nach, übertreffen dieſelben vielmehr in mancher Beziehung. Hierher gehören die ſchönſten und zierlichſten aller Tange, welche ſowohl durch die feine Fiederung und Zertheilung ihres Laubkörpers, wie durch reine und zarte rothe Färbung zu den reizendſten Pflanzen gehören. Die charakteriſtiſche rothe Farbe iſt bald ein tiefes Purpur-, bald ein brennendes Scharlach-, bald ein zartes Roſenroth, und geht einerſeits in violette und purpurblaue, andrerſeits in braune und grüne Tinten in bewunderungswürdiger Pracht über. Wer einmal eines unſerer nordiſchen Seebäder beſucht hat, wird gewiß ſchon mit Staunen die reizenden Formen dieſer Floridеen betrachtet haben, welche auf weißem Papier, zierlich angetrocknet, vielfach zum Verkaufe geboten werden. Die meiſten Rothtange ſind leider ſo zart, daß ſie gar nicht der Verſteinerung fähig ſind, ſo die prachtvollen Ptiloten, Plocamien, Deleſſerien u. ſ. w. Doch giebt es einzelne Formen, wie die Chondrien und Sphärococcen, welche einen härteren, oft faſt knorpelharten Thallus beſitzen, und von dieſen ſind uns auch manche verſteinerte Reſte,

namentlich aus den filurischen, devonischen und Kohlenschichten, später besonders aus dem Jura erhalten worden. Wahrscheinlich nahm auch diese Klasse an der Zusammensetzung der archolithischen Tangflora wesentlichen Antheil.

Die fünfte und letzte Klasse unter den Algen bilden die Moostange (Characeae). Hierher gehören die tangartigen Armleuchterpflanzen (Chara) und Glanzmose (Nitella), welche mit ihren grünen, fadenförmigen, quirlartig von gabelspaltigen Aesten umstellten Stengeln in unseren Teichen und Tümpeln oft dichte Bänke bilden. Einerseits nähern sich die Characeen im anatomischen Bau, besonders der Fortpflanzungsorgane, den Mosen und werden diesen neuerdings unmittelbar angereiht. Andrerseits stehen sie durch viele Eigenschaften tief unter den echten Mosen und schließen sich vielmehr den Grüntangen oder Conferviven an. Man könnte sie daher wohl als übrig gebliebene und eigenthümlich ausgebildete Abkömmlinge von jenen Grüntangen betrachten, aus denen sich die wahren Mose entwickelt haben. Durch manche Eigenthümlichkeiten sind übrigens die Characeen so sehr von allen übrigen Pflanzen verschieden, daß viele Botaniker sie als eine besondere Hauptabtheilung des Pflanzenreichs betrachten.

Was die Verwandtschaftsverhältnisse der verschiedenen Tangklassen zu einander und zu den übrigen Pflanzen betrifft, so bilden höchst wahrscheinlich, wie schon bemerkt, die Urtange oder Archephyceen die gemeinsame Wurzel des Stammbaums, nicht allein für die verschiedenen Tangklassen, sondern für das ganze Pflanzenreich. Deshalb können sie auch mit Recht als Urpflanzen oder Protophyten bezeichnet werden. Aus den nackten vegetabilischen Moneren, welche sich im ersten Beginn der laurentischen Periode entwickelten, werden zunächst Hüllcytoden entstanden sein (S. 308), indem der nackte, strukturlose Eiweißleib der Moneren sich an der Oberfläche krustenartig verdichtete oder eine Hülle ausschwitzte. Späterhin werden dann aus diesen Hüllcytoden echte Pflanzenzellen geworden sein, indem im Innern sich ein Kern oder Nucleus von dem umgebenden Zellstoff oder Plasma sonderte. Die drei Klassen der Grüntange, Brauntange und Roth-

tange sind vielleicht drei gesonderte Stämme, welche unabhängig von einander aus der gemeinsamen Wurzelgruppe der Urtange entstanden sind und sich dann (ein jeder in seiner Art) weiter entwickelt und vielfach in Ordnungen und Familien verzweigt haben. Die Brauntange und Rothtange haben keine nähere Blutsverwandtschaft zu den übrigen Klassen des Pflanzenreichs. Diese letzteren sind vielmehr aus den Urtangen entstanden, und zwar entweder direkt oder durch Vermittlung der Grüntange. Wahrscheinlich sind einerseits die Moose (aus welchen später die Farne sich entwickelten) aus einer Gruppe der Grüntange, andrerseits die Pilze und Flechten aus einer Gruppe der Urtange hervorgegangen. Die Phanerogamen haben sich jedenfalls erst viel später aus den Farnen entwickelt.

Als zweite Hauptklasse des Pflanzenreichs haben wir oben die Fadenpflanzen (Inophyta) angeführt. Wir verstanden darunter die beiden naheverwandten Klassen der Flechten und Pilze. Es ist möglich, daß diese Thallusphanzen nicht aus den Urtangen entstanden sind, sondern aus einem oder mehreren Moneren, die unabhängig von letzteren durch Urzeugung entstanden. Insbesondere erscheint es denkbar, daß manche von den niedersten Pilzen, wie z. B. manche Gährungspilze, Mikrokokkus-Formen u. s. w. einer Anzahl von verschiedenen archigonen (d. h. durch Urzeugung entstandenen) Moneren ihren Ursprung verdanken. Jedenfalls sind die Fadenpflanzen nicht als Stammeltern der höheren Pflanzenklassen zu betrachten. Sowohl die Flechten als die Pilze unterscheiden sich von diesen durch die Zusammensetzung ihres weichen Körpers aus einem dichten Geflecht von sehr langen, vielfach verschlungenen, eigenthümlichen Fadenzellen, den sogenannten Hyphen, weshalb wir sie eben in der Hauptklasse der Fadenpflanzen zusammenfassen. Irgend bedeutende fossile Reste konnten dieselben wegen ihrer eigenthümlichen Beschaffenheit nicht hinterlassen, und so können wir denn die paläontologische Entwickelung derselben nur sehr unsicher errathen.

Die erste Klasse der Fadenpflanzen, die Pilze (Fungi), werden irrthümlich oft Schwämme genannt und daher mit den echten thieri-

ſchen Schwämmen oder Spongien verwechſelt. Sie zeigen einerſeits ſehr nahe Verwandtſchaftsbeziehungen zu den niederſten Algen; insbeſondere ſind die Tangpilze oder Phycomyceten (die Saprolegnieen und Peronoſporen) eigentlich nur durch den Mangel des Blattgrüns oder Chlorophylls von den vorher genannten Schlauchalgen oder Siphoneen (den Vaucherien und Caulerpen) verſchieden. Andrerſeits aber haben alle eigentlichen Pilze ſo viel Eigenthümliches und weichen namentlich durch ihre Ernährungsweiſe ſo ſehr von allen übrigen Pflanzen ab, daß man ſie als eine ganz beſondere Hauptgruppe des Pflanzenreichs betrachten könnte. Die übrigen Pflanzen leben größtentheils von anorganiſcher Nahrung, von einfachen Verbindungen, welche ſie zu verwickelteren zuſammenſetzen. Sie erzeugen Protoplasma durch Zuſammenſetzung von Waſſer, Kohlenſäure und Ammoniak. Sie athmen Kohlenſäure ein und Sauerſtoff aus. Die Pilze dagegen leben, gleich den Thieren, von organiſcher Nahrung, von verwickelten und lockeren Kohlenſtoffverbindungen, welche ſie von anderen Organismen erhalten und zerſetzen. Sie athmen Sauerſtoff ein und Kohlenſäure aus, wie die Thiere. Auch bilden ſie niemals das Blattgrün oder Chlorophyll, welches für die meiſten übrigen Pflanzen ſo charakteriſtiſch iſt. Ebenſo erzeugen ſie niemals Stärkemehl oder Amylum. Daher haben ſchon wiederholt hervorragende Botaniker den Vorſchlag gemacht, die Pilze ganz aus dem Pflanzenreiche zu entfernen und als ein beſonderes drittes Reich zwiſchen Thier- und Pflanzenreich zu ſetzen. Dadurch würde unſer Protiſtenreich einen ſehr bedeutenden Zuwachs erhalten. Die Pilze würden ſich hier den ſogenannten „Schleimpilzen" oder Myxomyceten (die jedoch gar keine Hyphen bilden) zunächſt anſchließen. Da aber viele Pilze ſich auf geſchlechtlichem Wege fortpflanzen, und da die meiſten Botaniker, der herkömmlichen Anſchauung gemäß, die Pilze als echte Pflanzen betrachten, laſſen wir ſie hier im Pflanzenreiche ſtehen, und verbinden ſie mit den Flechten, denen ſie jedenfalls am nächſten verwandt ſind. Der phyletiſche Urſprung der Pilze wird wohl noch lange im Dunkeln bleiben. Die bereits angedeutete nahe

Verwandtschaft der Phycomyceten und Siphoneen (besonders der Saprolegnieen und Vaucherien) läßt daran denken, daß sie von letzteren abstammen. Die Pilze würden dann als Algen zu betrachten sein, die durch Anpassung an das Schmarotzerleben ganz eigenthümlich umgebildet sind. Andrerseits sprechen jedoch auch manche Thatsachen für die Vermuthung, daß die niedersten Pilze selbstständig aus archigonen Moneren entsprungen sind.

Die zweite Klasse der Inophyten, die Flechten (Lichenes), sind in phylogenetischer Beziehung sehr merkwürdig. Die überraschenden Entdeckungen der letzten Jahre haben nämlich gelehrt, daß jede Flechte eigentlich aus zwei ganz verschiedenen Pflanzen zusammengesetzt ist, aus einer niederen Algenform (Nostochaceae, Chroococcaceae) und aus einer parasitischen Pilzform (Ascomycetes), welche auf der ersteren schmarotzt, und von den assimilirten Stoffen lebt, die diese bereitet. Die grünen, chlorophyllhaltigen Zellen (Gonidien), welche man in jeder Fechte findet, gehören der Alge an. Die farblosen Fäden (Hyphen) dagegen, welche dicht verwebt die Hauptmasse des Flechtenkörpers bilden, gehören dem schmarotzenden Pilze an. Immer aber sind beide Pflanzenformen, Pilz und Alge, die man doch als Angehörige zweier ganz verschiedener Hauptklassen betrachtet, so fest mit einander verbunden und so innig durchwachsen, daß Jedermann die Flechte als einen einheitlichen Organismus betrachtet. Die meisten Flechten bilden mehr oder weniger unansehnliche, formlose oder unregelmäßig zerrissene, krustenartige Ueberzüge auf Steinen, Baumrinden u. s. w. Die Farbe derselben wechselt in allen möglichen Abstufungen vom reinsten Weiß, durch Gelb, Roth, Grün, Braun, bis zum dunkelsten Schwarz. Wichtig sind viele Flechten in der Oekonomie der Natur dadurch, daß sie sich auf den trockensten und unfruchtbarsten Orten, insbesondere auf dem nackten Gestein, ansiedeln können, auf welchem keine andere Pflanze leben kann. Die harte schwarze Lava, welche in vulkanischen Gegenden viele Quadratmeilen Boden bedeckt, und welche oft Jahrhunderte lang jeder Pflanzenansiedelung den hartnäckigsten Widerstand leistet, wird zuerst immer von

Flechten bewältigt. Weiße oder graue Steinflechten (Stereocaulon) ſind es, welche auf den ödeſten und todteſten Lavafeldern mit der Urbarmachung des nackten Felſenbodens beginnen und denſelben für die nachfolgende höhere Vegetation erobern. Ihre abſterbenden Leiber bilden die erſte Dammerde, in welcher nachher Moſe, Farne und Blüthenpflanzen feſten Fuß faſſen können. Auch gegen klimatiſche Unbilden ſind die zähen Flechten unempfindlicher als alle anderen Pflanzen. Daher überziehen ihre trockenen Kruſten die nackten Felſen noch in den höchſten, großentheils mit ewigem Schnee bedeckten Gebirgshöhen, in denen keine andere Pflanze mehr ausdauern kann.

Indem wir nun die Pilze, Flechten und Tange, welche gewöhnlich als Thallospflanzen zuſammengefaßt werden, verlaſſen, betreten wir das Gebiet der zweiten großen Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, der Prothallospflanzen (Prothallota oder Prothallophyta), welche von Anderen als phyllogoniſche Kryptogamen bezeichnet werden (im Gegenſatz zu den Thallospflanzen oder thallogoniſchen Kryptogamen). Dieſes Gebiet umfaßt die beiden Hauptklaſſen der Moſe und Farne. Hier begegnen wir bereits allgemein (wenige der unterſten Stufen ausgenommen) der Sonderung des Pflanzenkörpers in zwei verſchiedene Grundorgane: Axenorgane (oder Stengel und Wurzel) und Blätter (oder Seitenorgane). Hierin gleichen die Prothallospflanzen bereits den Blumenpflanzen, und daher faßt man ſie neuerdings auch häufig mit dieſen als Stockpflanzen oder Cormophyten zuſammen. Andrerſeits aber gleichen die Moſe und Farne den Thallospflanzen durch den Mangel der Blumenbildung und der Samenbildung, und daher ſtellte ſie ſchon Linné mit dieſen als Kryptogamen zuſammen, im Gegenſatz zu den ſamenbildenden Pflanzen oder Blumenpflanzen (den Phanerogamen oder Anthophyten.)

Unter dem Namen „Prothallospflanzen" vereinigen wir die nächſtverwandten Moſe und Farne deshalb, weil bei Beiden ſich ein ſehr eigenthümlicher und charakteriſtiſcher Generationswechſel in der individuellen Entwickelung findet. Jede Art nämlich tritt in zwei verſchie-

denen Generationen auf, von denen man die eine gewöhnlich als Vorkeim oder Prothallium bezeichnet, die andere dagegen als den eigentlichen Stock oder Cormus des Moſes oder des Farns betrachtet. Die erſte und urſprüngliche Generation, der Vorkeim oder Prothallus, auch das Prothallium oder Protonema genannt, ſteht noch auf jener niederen Stufe der Formbildung, welche alle Thallusſpflanzen zeitlebens zeigen, d. h. es ſind Stengel und Blattorgane noch nicht geſondert, und der ganze zellige Körper des Vorkeims ſtellt einen einfachen Thallus dar. Die zweite und vollkommenere Generation der Moſe und Farne dagegen, der Stock oder Cormus, bildet einen viel höher organiſirten Körper, welcher wie bei den Blumenpflanzen in Stengel und Blatt geſondert iſt, ausgenommen bei den niederſten Moſen, bei welchen auch dieſe Generation noch auf der niederen Stufe der urſprünglichen Thallusbildung ſtehen bleibt. Mit Ausnahme dieſer letzteren erzeugt allgemein bei den Moſen und Farnen die erſte Generation, der thallusförmige Vorkeim, eine ſtockförmige zweite Generation mit Stengel und Blättern; dieſe erzeugt wiederum den Thallus der erſten Generation u. ſ. w. Es iſt alſo, wie bei dem gewöhnlichen einfachen Generationswechſel der Thiere, die erſte Generation der dritten, fünften u. ſ. w., die zweite dagegen der vierten, ſechſten u. ſ. w. gleich. (Vergl. oben S. 185.)

Von den beiden Hauptklaſſen der Prothallusſpflanzen ſtehen die Moſe im Allgemeinen auf einer viel tieferen Stufe der Ausbildung, als die Farne, und vermitteln durch ihre niederſten Formen (namentlich in anatomiſcher Beziehung) den Uebergang von den Thallusſpflanzen und ſpeciell von den Tangen zu den Farnen. Der genealogiſche Zuſammenhang der Moſe und Farne, welcher dadurch angedeutet wird, läßt ſich jedoch nur zwiſchen den unvollkommenſten Formen beider Hauptklaſſen nachweiſen. Die vollkommneren und höheren Gruppen der Moſe und Farne ſtehen in gar keiner näheren Beziehung zu einander und entwickeln ſich nach ganz entgegengeſetzten Richtungen hin. Jedenfalls ſind die Moſe direkt aus Thallusſpflanzen und zwar wahrſcheinlich aus Grüntangen entſtanden.

Die Farne dagegen ſtammen wahrſcheinlich von ausgeſtorbenen unbekannten Muscinen ab, die den niederſten der heutigen Lebermoſe ſehr nahe ſtanden. Für die Schöpfungsgeſchichte ſind die Farne von weit höherer Bedeutung als die Moſe.

Die Hauptklaſſe der Moſe (Muscinae, auch Musci oder Bryophyta genannt) enthält die niederen und unvollkommneren Pflanzen der Prothalloten-Gruppe, welche noch gefäßlos ſind. Meiſtens iſt ihr Körper ſo zart und vergänglich, daß er ſich nur ſehr ſchlecht zur kenntlichen Erhaltung in verſteinertem Zuſtande eignet. Daher ſind die foſſilen Reſte von allen Moosklaſſen ſelten und unbedeutend. Vermuthlich haben ſich die Moſe ſchon in ſehr früher Zeit aus den Thallospflanzen, und zwar aus den Grüntangen entwickelt. Waſſerbewohnende Uebergangsformen von letzteren zu den Moſen gab es wahrſcheinlich ſchon in der Primordialzeit und landbewohnende in der Primärzeit. Die Moſe der Gegenwart, aus deren ſtufenweis verſchiedener Ausbildung die vergleichende Anatomie Einiges auf ihre Genealogie ſchließen kann, zerfallen in zwei verſchiedene Klaſſen, nämlich in die Lebermoſe und die Laubmoſe.

Die erſte und ältere Klaſſe der Moſe, welche ſich unmittelbar an die Grüntange oder Conferviven anreiht, bilden die Lebermoſe (Hepaticae oder Thallobrya). Die hierher gehörigen Moſe ſind meiſtens kleine und unanſehnliche, aber zierliche Pflänzchen. Die niederſten Formen derſelben beſitzen noch in beiden Generationen einen einfachen Thallus, wie die Thallospflanzen, ſo z. B. die Riccien und Marchantien. Die höheren Lebermoſe dagegen, die Jungermannien und Verwandte, beginnen allmählich Stengel und Blatt zu ſondern, und die höchſten ſchließen ſich unmittelbar an die Laubmoſe an. Die Lebermoſe zeigen durch dieſe Uebergangsbildung ihre direkte Abſtammung von den Thallophyten, und zwar von den Grüntangen an.

Diejenigen Moſe, welche der Laie gewöhnlich allein kennt, und welche auch in der That den hauptſächlichſten Beſtandtheil der ganzen Hauptklaſſe bilden, gehören zur zweiten Klaſſe, den Laubmoſen (Musci frondosi, Musci im engeren Sinne oder Phyllobrya).

Unter die Laubmoſe gehören die meiſten jener zierlichen Pflänzchen, die zu dichten Gruppen vereinigt den ſeidenglänzenden Mosteppich unſerer Wälder bilden, oder auch in Gemeinſchaft mit Lebermoſen und Flechten die Rinde der Bäume überziehen. Als Waſſerbehälter, welche die Feuchtigkeit ſorgfältig aufbewahren, ſind ſie für die Oekonomie der Natur von der größten Wichtigkeit. Wo der Menſch ſchonungslos die Wälder abholzt und ausrodet, da verſchwinden mit den Bäumen auch die Laubmoſe, welche ihre Rinde bedecken oder im Schutze ihres Schattens den Boden bekleiden und die Lücken zwiſchen den größeren Gewächſen ausfüllen. Mit den Laubmoſen verſchwinden aber die nützlichen Waſſerbehälter, welche Regen und Thau ſammeln und für die Zeiten der Trockniß aufbewahren. So entſteht eine troſtloſe Dürre des Bodens, welche das Aufkommen jeder ergiebigen Vegetation vereitelt. In dem größten Theile Süd-Europas, in Griechenland, Italien, Sicilien, Spanien ſind durch die rückſichtsloſe Ausrodung der Wälder die Moſe vernichtet und dadurch der Boden ſeiner nützlichſten Feuchtigkeitsvorräthe beraubt worden; die vormals blühendſten und üppigſten Landſtriche ſind in dürre, öde Wüſten verwandelt. Leider nimmt auch in Deutſchland neuerdings dieſe rohe Barbarei immer mehr überhand. Wahrſcheinlich haben die kleinen Laubmoſe jene außerordentlich wichtige Rolle ſchon ſeit ſehr langer Zeit, vielleicht ſeit Beginn der Primärzeit geſpielt. Da aber ihre zarten Leiber ebenſo wenig wie die der übrigen Moſe für die deutliche Erhaltung im foſſilen Zuſtande geeignet ſind, ſo kann uns hierüber die Paläontologie keine Auskunft geben.

Weit mehr als von den Moſen wiſſen wir durch die Verſteinerungskunde von den Farnen. Dieſe zweite Hauptklaſſe der Prothallospflanzen hat eine außerordentliche Bedeutung für die Geſchichte der Pflanzenwelt gehabt. Die Farne, oder genauer ausgedrückt, die „farnartigen Pflanzen“ (Filicinae oder Pteridoidae, auch Pteridophyta oder Gefäßkryptogamen genannt), bildeten während eines außerordentlich langen Zeitraums, nämlich während des ganzen primären oder paläolithiſchen Zeitalters, die Hauptmaſſe der Pflanzen-

welt, so daß wir dasselbe geradezu als das Zeitalter der Farnwälder bezeichnen konnten. Seit Anbeginn der devonischen Zeit, in welcher zum ersten Male landbewohnende Organismen auftraten, während der Ablagerung der devonischen, carbonischen und permischen Schichten, überwogen die farnartigen Pflanzen so sehr alle übrigen, daß jene Benennung dieses Zeitalters in der That gerechtfertigt ist. In den genannten Schichtensystemen, vor allen aber in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenflötzen der carbonischen oder Steinkohlenzeit, finden wir so zahlreiche und zum Theil wohl erhaltene Reste von Farnen, daß wir uns daraus ein ziemlich lebendiges Bild von der ganz eigenthümlichen Landflora des paläolithischen Zeitalters machen können. Im Jahre 1855 betrug die Gesammtzahl der damals bekannten paläolithischen Pflanzenarten ungefähr Eintausend, und unter diesen befanden sich nicht weniger als 872 farnartige Pflanzen. Unter den übrigen 128 Arten befanden sich 77 Gymnospermen (Nadelhölzer und Palmfarne), 40 Thalluspflanzen (größtentheils Tange) und gegen 20 nicht sicher bestimmbare Cormophyten.

Wie schon vorher bemerkt, haben sich die Farne wahrscheinlich aus niederen Lebermosen hervorgebildet, und zwar schon im Beginn der Primärzeit, in der devonischen Periode. In ihrer Organisation erheben sich die Farne bereits bedeutend über die Mose und schließen sich in ihren höheren Formen schon an die Blumenpflanzen an. Während bei den Mosen noch ebenso wie bei den Thalluspflanzen der ganze Körper aus ziemlich gleichartigen, wenig oder nicht differenzirten Zellen zusammengesetzt ist, entwickeln sich im Gewebe der Farne bereits jene eigenthümlich differenzirten Zellenstränge, welche man als Pflanzengefäße und Gefäßbündel bezeichnet, und welche auch bei den Blumenpflanzen allgemein vorkommen. Daher vereinigt man wohl auch die Farne als „Gefäßkryptogamen" mit den Phanerogamen, und stellt diese „Gefäßpflanzen" den „Zellenpflanzen" gegenüber, d. h. den „Zellenkryptogamen" (Mosen und Thalluspflanzen.) Dieser hochwichtige Fortschritt in der Pflanzenorganisation, die Bildung der Gefäße und Gefäßbündel, fand demnach erst in der devonischen Zeit statt, also

im Beginn der zweiten und kleineren Hälfte der organischen Erdgeschichte.

Die Hauptklasse der Farne oder Filicinen zerfällt in fünf verschiedene Klassen, nämlich 1. die Laubfarne oder Pterideen, 2. die Schaftfarne oder Calamarien, 3. die Wasserfarne oder Rhizocarpeen, 4. die Zungenfarne oder Ophioglosseen, und 5. die Schuppenfarne oder Lepidophyten. Die bei weitem wichtigste und formenreichste von diesen fünf Klassen, welche den Hauptbestandtheil der paläolithischen Wälder bildete, waren die Laubfarne, und demnächst die Schuppenfarne. Dagegen traten die Schaftfarne und Zungenfarne schon damals mehr zurück, und von den Wasserfarnen wissen wir nicht einmal mit Bestimmtheit, ob sie damals schon lebten. Es muß uns schwer fallen, uns eine Vorstellung von dem ganz eigenthümlichen Charakter jener düsteren paläolithischen Farnwälder zu bilden, in denen der ganze bunte Blumenreichthum unserer gegenwärtigen Flora noch völlig fehlte, und welche noch von keinem Vogel belebt wurden. Von Blumenpflanzen existirten damals nur die beiden niedersten Klassen, die nacktsamigen Nadelhölzer und Palmfarne, deren einfache und unscheinbare Blüthen kaum den Namen der Blumen verdienen.

Ueber die Phylogenie der Farne und der aus ihnen entstandenen Gymnospermen sind wir vorzüglich durch die ausgezeichneten Untersuchungen aufgeklärt worden, welche 1872 Eduard Strasburger über „die Coniferen und die Gnetaceen", sowie „über Azolla" u. s. w. veröffentlicht hat. Dieser denkende Naturforscher gehört, wie Charles Martins in Montpellier, zu der sehr geringen Zahl von Botanikern, welche den fundamentalen Werth der Descendenz-Theorie vollständig begriffen und den mechanischen Causal-Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie verstanden haben. Während die große Mehrzahl der Botaniker noch heute die in der Zoologie längst eingebürgerte wichtige Unterscheidung zwischen Homologie und Analogie, zwischen der morphologischen und physiologischen Vergleichung der Theile nicht kennt, hat Strasburger in seiner „vergleichenden Anatomie" der Gymnospermen diese Unterschei-

dung und das biogenetiſche Grundgeſetz benützt, um die Grundzüge der Blutsverwandtſchaft dieſer wichtigen Pflanzengruppe feſtzuſtellen.

Als die Stammgruppe der Farne, die ſich zunächſt aus den Lebermoſen entwickelt hat, iſt die Klaſſe der Farne im engeren Sinne, der Laubfarne oder Wedelfarne, zu betrachten (Filices oder Phyllopterides, auch Pterideae genannt). In der gegenwärtigen Flora unſerer gemäßigten Zonen ſpielt dieſe Klaſſe nur eine untergeordnete Rolle, da ſie hier meiſtens nur durch die niedrigen ſtammloſen Farnkräuter vertreten iſt. In der heißen Zone dagegen, namentlich in den feuchten, dampfenden Wäldern der Tropengegenden, erhebt ſie ſich noch heutigentags zur Bildung der hochſtämmigen, palmenähnlichen Farnbäume. Dieſe ſchönen Baumfarne der Gegenwart, welche zu den Hauptzierden unſerer Gewächshäuſer gehören, können uns aber nur eine ſchwache Vorſtellung von den ſtattlichen und prachtvollen Laubfarnen der Primärzeit geben, deren mächtige Stämme damals dichtgedrängt ganze Wälder zuſammenſetzten. Man findet dieſe Stämme namentlich in den Steinkohlenflötzen der Carbonzeit maſſenhaft über einander gehäuft, und dazwiſchen vortrefflich erhaltene Abdrücke von den zierlichen Wedeln oder Blättern, welche in ſchirmartig ausgebreitetem Buſche den Gipfel des Stammes krönten. Die einfache oder mehrfache Zuſammenſetzung und Fiederung dieſer Wedel, der zierliche Verlauf der veräſtelten Nerven oder Gefäßbündel in ihrem zarten Laube iſt an den Abdrücken der paläolithiſchen Farnwedel noch ſo deutlich zu erkennen, wie an den Farnwedeln der Jetztzeit. Bei vielen kann man ſelbſt die Fruchthäufchen, welche auf der Unterfläche der Wedel vertheilt ſind, ganz deutlich erkennen. Nach der Steinkohlenzeit nahm das Uebergewicht der Laubfarne bereits ab, und ſchon gegen Ende der Sekundärzeit ſpielten ſie eine faſt ſo untergeordnete Rolle wie in der Gegenwart.

Aus den Laubfarnen oder Pteridеen ſcheinen ſich als drei divergirende Aeſte die Calamarien, Ophioglоſſeen und Rhizocarpeen entwickelt zu haben. Von dieſen drei Klaſſen ſind auf der niederſten Stufe die Schaftfarne ſtehen geblieben (Calamariae oder Calamo-

phyta). Sie umfaſſen drei verſchiedene Ordnungen, von denen nur eine noch gegenwärtig lebt, nämlich die Schafthalme oder Schachtelhalme (Equisetaceae). Die beiden anderen Ordnungen, die Rieſenhalme (Calamiteae) und die Sternblatthalme (Asterophylliteae), ſind längſt ausgeſtorben. Alle Schaftfarne zeichnen ſich durch einen hohlen und gegliederten Schaft, Stengel oder Stamm aus, an welchem Aeſte und Blätter, wenn ſie vorhanden ſind, quirlförmig um die Stengelglieder herumſtehen. Die hohlen Stengelglieder ſind durch Querſcheidewände von einander getrennt. Bei den Schafthalmen und Calamiten iſt die Oberfläche von längsverlaufenden parallelen Rippen durchzogen, wie bei einer cannelirten Säule, und die Oberhaut enthält ſo viel Kieſelerde, daß ſie zum Scheuern und Poliren verwendet werden kann. Bei den Sternblatthalmen oder Aſterophylliten waren die ſternförmig in Quirle geſtellten Blätter ſtärker entwickelt als bei den beiden anderen Ordnungen. In der Gegenwart leben von den Schaftfarnen nur noch die unanſehnlichen Schafthalme oder Equiſetum-Arten unſerer Sümpfe und Wieſen, welche während der ganzen Primär- und Sekundärzeit durch mächtige Bäume aus der Gattung Equisetites vertreten waren. Zur ſelben Zeit lebte auch die nächſtverwandte Ordnung der Rieſenhalme (Calamites), deren ſtarke Stämme gegen 50 Fuß Höhe erreichten. Die Ordnung der Sternblatthalme (Asterophyllites) dagegen enthielt kleinere, zierliche Pflanzen von ſehr eigenthümlicher Form, und blieb ausſchließlich auf die Primärzeit beſchränkt.

Am wenigſten bekannt von allen Farnen iſt uns die Geſchichte der dritten Klaſſe, der Wurzelfarne oder Waſſerfarne (Rhizocarpeae oder Hydropterides). In ihrem Bau ſchließen ſich dieſe im ſüßen Waſſer lebenden Farne einerſeits an die Laubfarne, andrerſeits an die Schuppenfarne an. Es gehören hierher die wenig bekannten Mosfarne (Salvinia), Kleefarne (Marsilea) und Pillenfarne (Pilularia) in den ſüßen Gewäſſern unſerer Heimath, ferner die größere ſchwimmende Azolla der Tropenteiche. Die meiſten Waſſerfarne ſind von zarter Beſchaffenheit und deshalb wenig zur Verſteinerung ge-

eignet. Daher mag es wohl rühren, daß ihre fossilen Reste so selten sind, und daß die ältesten derselben, die wir kennen, im Jura gefunden wurden. Wahrscheinlich ist aber die Klasse viel älter und hat sich bereits während der paläolithischen Zeit aus anderen Farnen durch Anpassung an das Wasserleben entwickelt.

Die vierte Farnklasse wird durch die Zungenfarne (Ophioglosseae oder Glossopterides) gebildet. Früher wurden diese Farne, zu welchen von unseren einheimischen Gattungen außer dem Ophioglossum auch das Botrychium gehört, nur als eine kleine Unterabtheilung der Laubfarne betrachtet. Sie verdienen aber deshalb den Rang einer besonderen Klasse, weil sie eine wichtige, phylogenetisch vermittelnde Zwischenform zwischen den Pteridеen und Lepidophyten darstellen und demnach auch zu den direkten Vorfahren der Blumenpflanzen zu rechnen sind.

Die fünfte und letzte Farnklasse bilden die Schuppenfarne (Lepidophyta oder Selagines). Wie die Zungenfarne aus den Laubfarnen, so sind später die Schuppenfarne aus den Zungenfarnen entstanden. Die Lepidophyten entwickelten sich höher als alle übrigen Farne und bilden bereits den Uebergang zu den Blumenpflanzen, die sich aus ihnen zunächst hervorgebildet haben. Nächst den Wedelfarnen waren sie am meisten an der Zusammensetzung der paläolithischen Farnwälder betheiligt. Auch diese Klasse enthält, gleichwie die Klasse der Schaftfarne, drei nahe verwandte, aber doch mehrfach verschiedene Ordnungen, von denen nur noch eine am Leben, die beiden anderen aber bereits gegen Ende der Steinkohlenzeit ausgestorben sind. Die heute noch lebenden Schuppenfarne gehören zur Ordnung der Bärlappe (Lycopodiaceae). Es sind meistens kleine und zierliche, moosähnliche Pflänzchen, deren zarter, in vielen Windungen schlangenartig auf dem Boden kriechender und vielverästelter Stengel dicht von schuppenähnlichen und sich deckenden Blättchen eingehüllt ist. Die zierlichen Lycopodium-Ranken unserer Wälder, welche die Gebirgsreisenden um ihre Hüte winden, werden Ihnen Allen bekannt sein, ebenso die noch zartere Selaginella, welche als

ſogenanntes „Rankenmoos“ den Boden unſerer Gewächshäuſer mit dichtem Teppich ziert. Die größten Bärlappe der Gegenwart leben auf den Sundainſeln und erheben ſich dort zu Stämmen von einem halben Fuß Dicke und 25 Fuß Höhe. Aber in der Primärzeit und Sekundärzeit waren noch größere Bäume dieſer Gruppe weit verbreitet, von denen die älteſten vielleicht zu den Stammeltern der Nadelhölzer gehören (Lycopodites). Die mächtigſte Entwickelung erreichte jedoch die Klaſſe der Schuppenfarne während der Primärzeit nicht in den Bärlappbäumen, ſondern in den beiden Ordnungen der Schuppenbäume (Lepidodendreae) und der Siegelbäume (Sigillarieae). Dieſe beiden Ordnungen treten ſchon in der Devonzeit mit einzelnen Arten auf, erreichen jedoch ihre maſſenhafte und erſtaunliche Ausbildung erſt in der Steinkohlenzeit, und ſterben bereits gegen Ende derſelben oder in der darauf folgenden permiſchen Periode wieder aus. Die Schuppenbäume oder Lepidodendren waren wahrſcheinlich den Bärlappen noch näher verwandt, als die Siegelbäume. Sie erhoben ſich zu prachtvollen, unveräſtelten und gerade aufſteigenden Stämmen, die ſich am Gipfel nach Art eines Kronleuchters gabelſpaltig in zahlreiche Aeſte theilten. Dieſe trugen eine mächtige Krone von Schuppenblättern und waren gleich dem Stamm in zierlichen Spirallinien von den Narben oder Anſatzſtellen der abgefallenen Blätter bedeckt. Man kennt Schuppenbäume von 40—60 Fuß Länge und 12—15 Fuß Durchmeſſer am Wurzelende. Einzelne Stämme ſollen ſelbſt mehr als hundert Fuß lang ſein. Noch viel maſſenhafter finden ſich in der Steinkohle die nicht minder hohen, aber ſchlankeren Stämme der merkwürdigen Siegelbäume oder Sigillarien angehäuft, die an manchen Orten hauptſächlich die Steinkohlenflötze zuſammenſetzen. Ihre Wurzelſtöcke hat man früher als eine ganz beſondere Pflanzenform (Stigmaria) beſchrieben. Die Siegelbäume ſind in vieler Beziehung den Schuppenbäumen ſehr ähnlich, weichen jedoch durch ihren anatomiſchen Bau ſchon mehrfach von dieſen und von den Farnen überhaupt ab. Vielleicht waren ſie den ausgeſtorbenen devoniſchen Lycopterideen nahe verwandt,

welche charakteriſtiſche Eigenſchaften der Bärlappe und der Laubfarne in ſich vereinigten, und welche Strasburger als die hypothetiſche Stammform der Blumenpflanzen (zunächſt der Nadelhölzer) betrachtet.

Indem wir nun die dichten Farnwälder der Primärzeit verlaſſen, welche vorzugsweiſe aus den Laubfarnen, aus den Schuppenbäumen und Siegelbäumen zuſammengeſetzt ſind, treten wir in die nicht minder charakteriſtiſchen Nadelwälder der Sekundärzeit hinüber. Damit treten wir aber zugleich aus dem Bereiche der blumenloſen und ſamenloſen Pflanzen oder Kryptogamen in die zweite Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, in das Unterreich der ſamenbildenden Pflanzen, der Blumenpflanzen oder Phanerogamen hinein. Dieſe formenreiche Abtheilung, welche die Hauptmaſſe der jetzt lebenden Pflanzenwelt, und namentlich die große Mehrzahl der landbewohnenden Pflanzen enthält, iſt jedenfalls viel jüngeren Alters, als die Abtheilung der Kryptogamen. Denn ſie kann erſt im Laufe des paläolithiſchen Zeitalters aus dieſer letzteren ſich entwickelt haben. Mit voller Gewißheit können wir behaupten, daß während des ganzen archolithiſchen Zeitalters, alſo während der erſten und längeren Hälfte der organiſchen Erdgeſchichte, noch gar keine Blumenpflanzen exiſtirten, und daß ſie ſich erſt während der Primärzeit aus farnartigen Kryptogamen entwickelten. Die anatomiſche und embryologiſche Verwandtſchaft der Phanerogamen mit dieſen letzteren iſt ſo innig, daß wir daraus mit Sicherheit auch auf ihren genealogiſchen Zuſammenhang, ihre wirkliche Blutsverwandtſchaft ſchließen können. Die Blumenpflanzen können unmittelbar weder aus Thalluspflanzen noch aus Moſen, ſondern nur aus Farnen oder Filicinen entſtanden ſein. Höchſt wahrſcheinlich ſind die Schuppenfarne oder Lepidophyten, und zwar die vorher genannten Lycopterideen, welche der heutigen Selaginella ſehr nahe verwandt waren, die unmittelbaren Vorfahren der Phanerogamen geweſen.

Schon ſeit langer Zeit hat man auf Grund des inneren anatomiſchen Baues und der embryologiſchen Entwickelung das Unterreich

der Phanerogamen in zwei große Hauptklaſſen eingetheilt, in die Nacktſamigen oder Gymnoſpermen und in die Deckſamigen oder Angioſpermen. Dieſe letzteren ſind in jeder Beziehung vollkommener und höher organiſirt als die erſteren, und haben ſich erſt ſpäter, im Laufe der Sekundärzeit, aus jenen entwickelt. Die Gymnoſpermen bilden ſowohl anatomiſch als embryologiſch die vermittelnde Uebergangsgruppe von den Farnen zu den Angioſpermen.

Die niedere, unvollkommnere und ältere von den beiden Hauptklaſſen der Blumenpflanzen, die der Nacktſamigen (Gymnospermae oder Archispermae) erreichte ihre mannichfaltigſte Ausbildung und ihre weiteſte Verbreitung während der meſolithiſchen oder Sekundärzeit. Sie iſt für dieſes Zeitalter nicht minder charakteriſtiſch, wie die Farngruppe für das vorhergehende primäre, und wie die Angioſpermengruppe für das nachfolgende tertiäre Zeitalter. Wir konnten daher die Sekundärzeit auch als den Zeitraum der Gymnoſpermen, oder nach ihren bedeutendſten Vertretern als das Zeitalter der Nadelhölzer bezeichnen. Die Nacktſamigen zerfallen in drei Klaſſen, die Coniferen, Cycadeen und Gnetaceen. Wir finden verſteinerte Reſte derſelben bereits in der Steinkohle vor, und müſſen daraus ſchließen, daß der Uebergang von Schuppenfarnen in Gymnoſpermen bereits während der Steinkohlenzeit, oder vielleicht ſelbſt ſchon in der devoniſchen Zeit, erfolgt iſt. Immerhin ſpielen die Nacktſamigen während der ganzen folgenden Primärzeit nur eine ſehr untergeordnete Rolle und gewinnen die Herrſchaft über die Farne erſt im Beginn der Sekundärzeit.

Von den drei Klaſſen der Gymnoſpermen ſteht diejenige der Palmfarne oder Zamien (Cycadeae) auf der niederſten Stufe und ſchließt ſich, wie ſchon der Name ſagt, unmittelbar an die Farne an, ſo daß ſie ſelbſt von manchen Botanikern wirklich mit dieſer Gruppe in Syſteme vereinigt wurde. In der äußeren Geſtalt gleichen ſie ſowohl den Palmen, als den Farnbäumen oder baumartigen Laubfarnen, und tragen eine aus Fiederblättern zuſammengeſetzte Krone, welche entweder auf einem dicken niedrigen Strunke oder auf

einem schlanken, einfachen, säulenförmigen Stamme sitzt. In der Gegenwart ist diese einst formenreiche Klasse nur noch durch wenige, in der heißen Zone lebende, Formen dürftig vertreten, durch die niedrigen Zapfenfarne (Zamia), die dickstämmigen Brodfarne (Encephalartos), und die schlankstämmigen Rollfarne (Cycas). Man findet sie häufig in unseren Treibhäusern, wo sie gewöhnlich mit Palmen verwechselt werden. Eine viel größere Formenmannichfaltigkeit als die lebenden, bieten uns die ausgestorbenen und versteinerten Zapfenfarne, welche namentlich in der Mitte der Sekundärzeit (während der Juraperiode) in größter Masse auftraten und damals vorzugsweise den Charakter der Wälder bestimmten.

In größerer Formenmannichfaltigkeit als die Klasse der Palmfarne hat sich bis auf unsere Zeit der andere Zweig der Gymnospermengruppe erhalten, die Klasse der Nadelhölzer oder Zapfenbäume (Coniferae). Noch gegenwärtig spielen die dazu gehörigen Cypressen, Wachholder und Lebensbäume (Thuja), die Taxus und Ginkobäume (Salisburya), die Araucarien und Cedern, vor allen aber die formenreiche Gattung Pinus mit ihren zahlreichen und bedeutenden Arten, den verschiedenen Kiefern, Pinien, Tannen, Fichten, Lärchen u. s. w. in den verschiedensten Gegenden der Erde eine sehr bedeutende Rolle, und setzen ausgedehnte Waldgebiete fast allein zusammen. Doch erscheint diese Entwickelung der Nadelhölzer schwach im Vergleiche zu der ganz überwiegenden Herrschaft, welche sich diese Klasse während der älteren Sekundärzeit, in der Triasperiode, über die übrigen Pflanzen erworben hatte. Damals bildeten mächtige Zapfenbäume in verhältnißmäßig wenigen Gattungen und Arten, aber in ungeheuren Massen von Individuen beisammen stehend, den Hauptbestandtheil der mesolithischen Wälder. Sie rechtfertigen die Benennung der Sekundärzeit als des „Zeitalters der Nadelwälder", obwohl die Coniferen schon in der Jurazeit von den Cycadeen überflügelt wurden.

Die Stammgruppe der Coniferen spaltete sich schon frühzeitig in zwei Aeste, in die Araucarien einerseits, die Taxaceen oder Taxbäume andererseits. Von den ersteren stammt die Hauptmasse der Nadelhöl-

zer ab. Aus den letzteren hingegen entwickelte ſich die dritte Klaſſe der Gymnoſpermen, die Meningos oder Gnetaceae. Dieſe kleine, aber ſehr intereſſante Klaſſe enthält nur drei verſchiedene Gattungen: Gnetum, Welwitschia und Ephedra; ſie iſt aber von großer Bedeutung als die unmittelbare Uebergangsgruppe von den Coniferen zu den Angioſpermen, und zwar ſpeciell zu den Dicotylen.

Aus den Nadelwäldern der meſolithiſchen oder Sekundärzeit treten wir in die Laubwälder der caenolithiſchen oder Tertiärzeit hinüber und gelangen dadurch zur Betrachtung der ſechsten und letzten Hauptklaſſe des Pflanzenreichs, der Deckſamigen (Angiospermae oder Metaspermae). Die erſten ſicheren Verſteinerungen von Deckſamigen finden wir in den Schichten des Kreideſyſtems, und zwar kommen hier neben einander Reſte von den beiden Klaſſen vor, in welche man die Hauptklaſſe der Angioſpermen allgemein eintheilt, nämlich Einkeimblättrige oder Monocotylen und Zweikeimblättrige oder Dicotylen. Indeſſen iſt die ganze Gruppe wahrſcheinlich älteren Urſprungs und ſchon während der Trias-Periode entſtanden. Wir kennen nämlich eine Anzahl von zweifelhaften und nicht ſicher beſtimmbaren foſſilen Pflanzenreſten aus der Jurazeit und aus der Triaszeit, welche von manchen Botanikern bereits für Angioſpermen, von anderen dagegen für Gymnoſpermen gehalten werden. Was die beiden Klaſſen der Deckſamigen betrifft, Monocotylen und Dicotylen, ſo haben ſich höchſt wahrſcheinlich zunächſt aus den Gnetaceen die Dicotylen, hingegen die Monocotylen erſt ſpäter aus einer Seitenlinie oder einem Zweige der Dicotylen entwickelt.

Die Klaſſe der Einkeimblättrigen oder Einſamenlappigen (Monocotylae oder Monocotyledones, auch Endogenae genannt) umfaßt diejenigen Blumenpflanzen, deren Samen nur ein einziges Keimblatt oder einen ſogenannten Samenlappen (Cotyledon) beſitzt. Jeder Blattkreis ihrer Blume enthält in der großen Mehrzahl der Fälle drei Blätter, und es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die gemeinſame Mutterpflanze aller Monocotylen eine regelmäßige und dreizählige Blüthe beſaß. Die Blätter ſind meiſtens einfach, von ein-

fachen, graden Gefäßbündeln oder ſogenannten „Nerven“ durchzogen. Zu dieſer Klaſſe gehören die umfangreichen Familien der Binſen und Gräſer, Lilien und Schwertlilien, Orchideen und Dioscoreen, ferner eine Anzahl einheimiſcher Waſſerpflanzen, die Waſſerlinſen, Rohrkolben, Seegräſer u. ſ. w., und endlich die prachtvollen, höchſt entwickelten Familien der Aroideen und Pandaneen, der Bananen und Palmen. Im Ganzen iſt die Monocotylenklaſſe trotz aller Formenmannichfaltigkeit, die ſie in der Tertiärzeit und in der Gegenwart entwickelt hat, viel einförmiger organiſirt, als die Dicotylenklaſſe, und auch ihre geſchichtliche Entwickelung bietet ein viel geringeres Intereſſe. Da ihre verſteinerten Reſte meiſtens ſchwer zu erkennen ſind, ſo bleibt die Frage vorläufig noch offen, in welchem der drei großen ſekundären Zeiträume, Trias-, Jura- oder Kreidezeit, die Monocotylen aus den Dicotylen entſtanden ſind. Jedenfalls exiſtirten ſie bereits in der Kreidezeit.

Viel größeres hiſtoriſches und anatomiſches Intereſſe bietet in der Entwickelung ihrer untergeordneten Gruppen die zweite Klaſſe der Deckſamigen, die Zweikeimblättrigen oder Zweiſamenlappigen (Dicotylae oder Dicotyledones, auch Exogenae benannt). Die Blumenpflanzen dieſer Klaſſe beſitzen, wie ihr Name ſagt, gewöhnlich zwei Samenlappen oder Keimblätter (Cotyledonen). Die Grundzahl in der Zuſammenſetzung ihrer Blüthe iſt gewöhnlich nicht drei, wie bei den meiſten Monocotylen, ſondern vier oder fünf, oder ein Vielfaches davon. Ferner ſind ihre Blätter gewöhnlich höher differenzirt und mehr zuſammengeſetzt, als die der Monocotylen, und von gekrümmten, veräſtelten Gefäßbündeln oder „Adern“ durchzogen. Zu dieſer Klaſſe gehören die meiſten Laubbäume, und da dieſelbe in der Tertiärzeit ſchon ebenſo wie in der Gegenwart das Uebergewicht über die Gymnoſpermen und Farne beſaß, ſo konnten wir das caenolithiſche Zeitalter auch als das der Laubwälder bezeichnen.

Obwohl die Mehrzahl der Dicotylen zu den höchſten und vollkommenſten Pflanzen gehört, ſo ſchließt ſich doch die niederſte Abtheilung derſelben unmittelbar an die Gymnoſpermen, und zwar an

die Gnetaceen an. Bei den niederen Dicotylen ist, wie bei den Monocotylen, Kelch und Blumenkrone noch nicht gesondert [illegible] nennt sie daher Kelchblüthige (Monochlamydeae oder Apetalae). Diese Unterklasse ist ohne Zweifel als die Stammgruppe der Angiospermen anzusehen und existirte wahrscheinlich schon während der Trias- oder Jura-Zeit. Es gehören dahin die meisten kätzchentragenden Laubbäume: die Birken und Erlen, Weiden und Pappeln, Buchen und Eichen, ferner die nesselartigen Pflanzen: Nesseln, Hanf und Hopfen, Feigen, Maulbeeren und Rüstern, endlich die wolfsmilchartigen, lorbeerartigen, amaranthartigen Pflanzen u. s. w.

Erst später, in der Kreidezeit, erscheint die zweite und vollkommnere Unterklasse der Dicotylen, die Gruppe der Kronenblüthigen (Dichlamydeae oder Corolliflorae). Diese entstanden aus den Kelchblüthigen dadurch, daß sich die einfache Blüthenhülle der letzteren in Kelch und Krone differenzirte. Die Unterklasse der Kronenblüthigen zerfällt wiederum in zwei große Hauptabtheilungen oder Legionen, deren jede eine große Menge von verschiedenen Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten enthält. Die erste Legion führt den Namen der Sternblüthigen oder Diapetalen, die zweite den Namen der Glockenblüthigen oder Gamopetalen.

Die tiefer stehende und unvollkommnere von den beiden Legionen der Kronenblüthigen sind die Sternblüthigen (Diapetalae, auch Polypetalae oder Dialypetalae genannt). Hierher gehören die umfangreichen Familien der Doldenblüthigen oder Umbelliferen, der Kreuzblüthigen oder Cruciferen, ferner die Ranunculaceen und Crassulaceen, Wasserrosen und Cistrosen, Malven und Geranien, und neben vielen anderen namentlich noch die großen Abtheilungen der Rosenblüthigen (welche außer den Rosen die meisten unserer Obstbäume umfassen), und der Schmetterlingsblüthigen (welche unter anderen die Wicken, Bohnen, Klee, Ginster, Acacien und Mimosen enthalten). Bei allen diesen Diapetalen bleiben die Blumenblätter getrennt und verwachsen nicht mit einander, wie es bei den Gamopetalen der Fall ist. Die letzteren haben sich erst in der Tertiärzeit aus

zkel, Natür

# Pflanzen, Phanerogamae.

Haupt-Abthei des Pflanzen

## Decksamige Angiospermae.

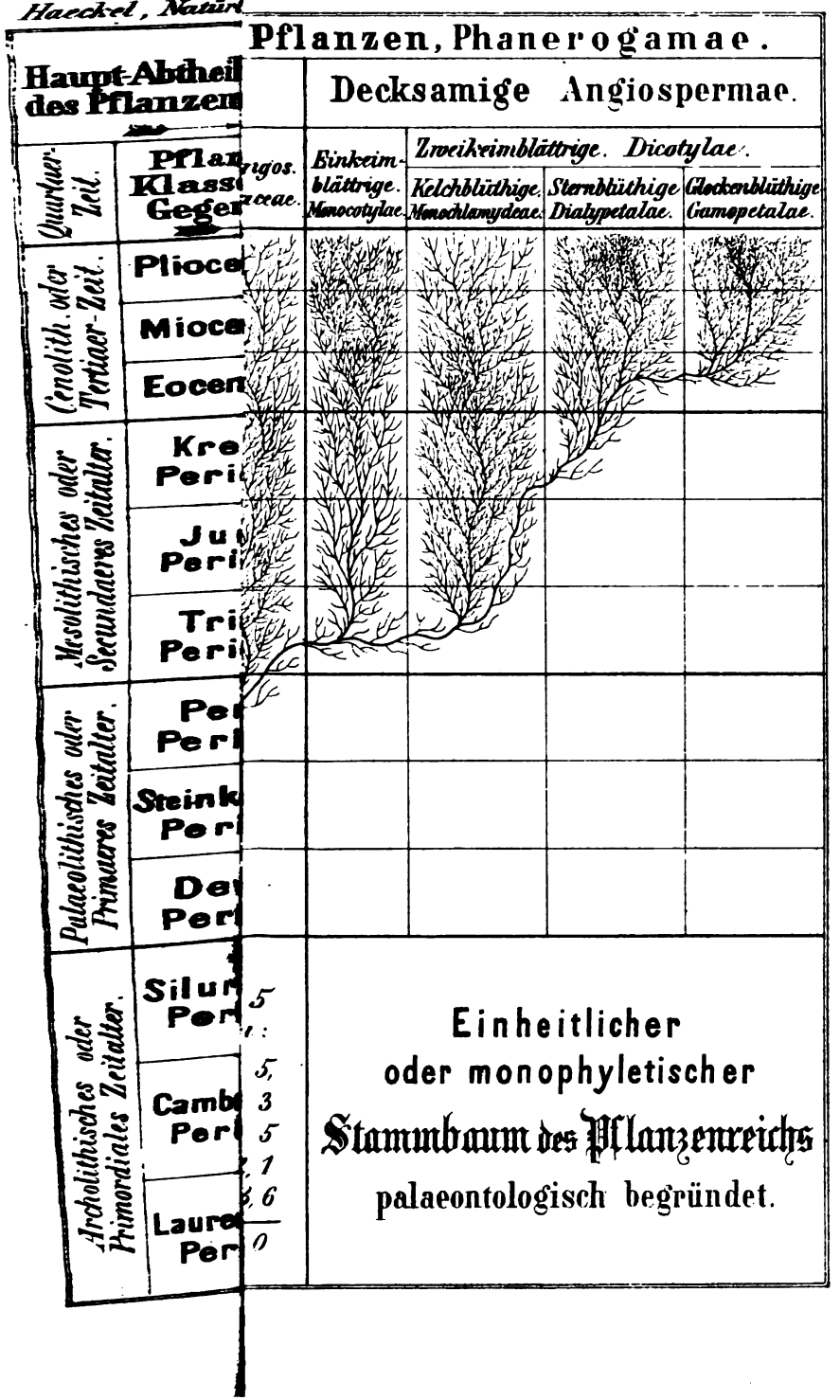
| | | | Einkeim-blättrige. Monocotylae. | Zweikeimblättrige. Dicotylae. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Kelchblüthige. Monochlamydeae. | Sternblüthige Dialypetalae. | Glockenblüthige Gamopetalae. |
| Quartär-Zeit. | Pflan Klass Geger | igos. eceae. | | | | |
| Cenolith. oder Tertiär-Zeit. | Plioce | | | | | |
| | Mioce | | | | | |
| | Eocen | | | | | |
| Mesolithisches oder Secundäres Zeitalter. | Kre Peri | | | | | |
| | Ju Peri | | | | | |
| | Tri Peri | | | | | |
| Palaeolithisches oder Primäres Zeitalter. | Per Peri | | | | | |
| | Steink Peri | | | | | |
| | Dev Peri | | | | | |
| Archolithisches oder Primordiales Zeitalter. | Silur Peri | 5 | | | | |
| | Cambi Peri | 5, 3 5 1 6 | | | | |
| | Laure Peri | 0 | | | | |

## Einheitlicher oder monophyletischer Stammbaum des Pflanzenreichs palaeontologisch begründet.

die Gnetaceen an. Bei den niederen Dicotylen ist, wie bei den Monocotylen, Kelch und Blumenkrone noch nicht gesondert. Man nennt sie daher Kelchblüthige (Monochlamydeae oder Apetalae). Diese Unterklasse ist ohne Zweifel als die Stammgruppe der Angiospermen anzusehen und existirte wahrscheinlich schon während der Trias- oder Jura-Zeit. Es gehören dahin die meisten kätzchentragenden Laubbäume: die Birken und Erlen, Weiden und Pappeln, Buchen und Eichen, ferner die nesselartigen Pflanzen: Nesseln, Hanf und Hopfen, Feigen, Maulbeeren und Rüstern, endlich die wolfsmilchartigen, lorbeerartigen, amaranthartigen Pflanzen u. s. w.

Erst später, in der Kreidezeit, erscheint die zweite und vollkommnere Unterklasse der Dicotylen, die Gruppe der Kronenblüthigen (Dichlamydeae oder Corolliflorae). Diese entstanden aus den Kelchblüthigen dadurch, daß sich die einfache Blüthenhülle der letzteren in Kelch und Krone differenzirte. Die Unterklasse der Kronenblüthigen zerfällt wiederum in zwei große Hauptabtheilungen oder Legionen, deren jede eine große Menge von verschiedenen Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten enthält. Die erste Legion führt den Namen der Sternblüthigen oder Diapetalen, die zweite den Namen der Glockenblüthigen oder Gamopetalen.

Die tiefer stehende und unvollkommnere von den beiden Legionen der Kronenblüthigen sind die Sternblüthigen (Diapetalae, auch Polypetalae oder Dialypetalae genannt). Hierher gehören die umfangreichen Familien der Doldenblüthigen oder Umbelliferen, der Kreuzblüthigen oder Cruciferen, ferner die Ranunculaceen und Crassulaceen, Wasserrosen und Cistrosen, Malven und Geranien, und neben vielen anderen namentlich noch die großen Abtheilungen der Rosenblüthigen (welche außer den Rosen die meisten unserer Obstbäume umfassen), und der Schmetterlingsblüthigen (welche unter anderen die Wicken, Bohnen, Klee, Ginster, Acacien und Mimosen enthalten). Bei allen diesen Diapetalen bleiben die Blumenblätter getrennt und verwachsen nicht mit einander, wie es bei den Gamopetalen der Fall ist. Die letzteren haben sich erst in der Tertiärzeit aus


Pflanzen, Phanerogamae.
Haupt-Abtheil des Pflanzen
Decksamige Angiospermae.
Quartaer-Zeit.
Pflan Klass Geger
ngos. ceae.
Einkeimblättrige. Monocotylae.
Zweikeimblättrige. Dicotylae.
Kelchblüthige. Monochlamydeae.
Sternblüthige Dialypetalae.
Glockenblüthige Gamopetalae.
Cenolith. oder Tertiaer-Zeit.
Plioce
Mioce
Eocen
Mesolithisches oder Secundaeres Zeitalter.
Kre Peri
Ju Peri
Tri Peri
Palaeolithisches oder Primaeres Zeitalter.
Pe Peri
Steink Peri
De Peri
Archolithisches oder Primordiales Zeitalter.
Silur Per
Camb Per
Laure Per
5
5,
3
5
1
6
0
Einheitlicher
oder monophyletischer
Stammbaum des Pflanzenreichs
palaeontologisch begründet.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

den Diapetalen entwickelt, während dieſe ſchon in der Kreidezeit neben den Kelchblüthigen auftraten.

Die höchſte und vollkommenſte Gruppe des Pflanzenreichs bildet die zweite Abtheilung der Kronenblüthigen, die Legion der Glockenblüthigen (Gamopetalae, auch Monopetalae oder Sympetalae genannt). Hier verwachſen die Blumenblätter, welche bei den übrigen Blumenpflanzen meiſtens ganz getrennt bleiben, regelmäßig zu einer mehr oder weniger glocken-, trichter- oder röhrenförmigen Krone. Es gehören hierher unter anderen die Glockenblumen und Winden, Primeln und Haidekräuter, Gentianen und Loniceren, ferner die Familie der Oelbaumartigen (Oelbaum, Liguſter, Flieder und Eſche) und endlich neben vielen anderen Familien die umfangreichen Abtheilungen der Lippenblüthigen (Labiaten) und der Zuſammengeſetztblüthigen (Compoſiten). In dieſen letzteren erreicht die Differenzirung und Vervollkommnung der Phanerogamenblüthe ihren höchſten Grad, und wir müſſen ſie daher als die vollkommenſten von allen an die Spitze des Pflanzenreichs ſtellen. Dem entſprechend tritt die Legion der Glockenblüthigen oder Gamopetalen am ſpäteſten von allen Hauptgruppen des Pflanzenreichs in der organiſchen Erdgeſchichte auf, nämlich erſt in der caenolithiſchen oder Tertiärzeit. Selbſt in der älteren Tertiärzeit iſt ſie noch ſehr ſelten, nimmt erſt in der mittleren langſam zu und erreicht erſt in der neueren Tertiärzeit und in der Quartärzeit ihre volle Ausbildung.

Wenn Sie nun, in der Gegenwart angelangt, nochmals die ganze geſchichtliche Entwickelung des Pflanzenreichs überblicken, ſo werden ſie nicht umhin können, darin lediglich eine großartige Beſtätigung der Deſcendenztheorie zu finden. Die beiden großen Grundgeſetze der organiſchen Entwickelung, die wir als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Daſein nachgewieſen haben, die Geſetze der Differenzirung und der Vervollkommnung, machen ſich in der Entwickelung der größeren und kleineren Gruppen des natürlichen Pflanzenſyſtems überall geltend. In jeder größeren und kleineren Periode der organi-

ſchen Erdgeſchichte nimmt das Pflanzenreich ſowohl an Mannichfaltigkeit, als an Vollkommenheit zu, wie Ihnen ſchon ein Blick auf Taf. IV deutlich zeigt. Während der ganzen langen Primordialzeit exiſtirt nur die niederſte und unvollkommenſte Hauptklaſſe der Tange. Zu dieſen geſellen ſich in der Primärzeit die höheren und vollkommneren Kryptogamen, insbeſondere die Hauptklaſſe der Farne. Schon während der Steinkohlenzeit beginnen ſich aus dieſen die Phanerogamen zu entwickeln, anfänglich jedoch nur durch die niedere Hauptklaſſe der Nacktſamigen oder Gymnoſpermen repräſentirt. Erſt während der Sekundärzeit geht aus dieſen die höhere Hauptklaſſe der Deckſamigen oder Angioſpermen hervor. Auch von dieſen ſind anfänglich nur die niederen, kronenloſen Gruppen, die Monocotylen und die Apetalen vorhanden. Erſt während der Kreidezeit entwickeln ſich aus letzteren die höheren Kronenblüthigen. Aber auch dieſe höchſte Abtheilung iſt in der Kreidezeit nur durch die tiefer ſtehenden Sternblüthigen oder Diapetalen vertreten, und ganz zuletzt erſt, in der Tertiärzeit, gehen aus dieſen die höher ſtehenden Glockenblüthigen oder Gamopetalen hervor, die vollkommenſten von allen Blumenpflanzen. So erhob ſich in jedem jüngeren Abſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte das Pflanzenreich ſtufenweiſe zu einem höheren Grade der Vollkommenheit und der Mannichfaltigkeit.

# Achtzehnter Vortrag.

## Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.

## I. Urthiere, Pflanzenthiere, Wurmthiere.

---

Das natürliche Syſtem des Thierreichs. Syſtem von Linné und Lamarck. Die vier Typen von Bär und Cuvier. Vermehrung derſelben auf ſieben Typen. Genealogiſche Bedeutung der ſieben Typen als ſelbſtſtändiger Stämme des Thierreichs. Monophyletiſche und polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe des Thierreichs. Abſtammung der Pflanzenthiere und Würmer von der Gaſträa. Gemeinſamer Urſprung der vier höheren Thierſtämme aus dem Würmerſtamm. Eintheilung der ſieben Thierſtämme in 16 Hauptklaſſen und 38 Klaſſen. Stamm der Urthiere. Urahnthiere (Moneren, Amoeben, Synamoeben, Planäaden). Gregarinen. Infuſionsthiere (Acineten und Ciliaten). Stamm der Pflanzenthiere. Gaſträaden (Gaſträa und Gaſtrula). Schwämme oder Spongien (Schleimſchwämme, Faſerſchwämme, Kalkſchwämme). Neſſelthiere oder Akalephen (Korallen, Schirmquallen, Kammquallen). Stamm der Wurmthiere. Plattwürmer. Rundwürmer. Mosthiere. Mantelthiere. Räderthiere. Sternwürmer. Ringelwürmer.

Meine Herren! Das natürliche Syſtem der Organismen, welches wir ebenſo im Thierreich wie im Pflanzenreich zunächſt als Leitfaden für unſere genealogiſchen Unterſuchungen benutzen müſſen, iſt hier wie dort erſt neueren Urſprungs, und weſentlich durch die Fortſchritte unſeres Jahrhunderts in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie bedingt. Die Klaſſifikationsverſuche des vorigen Jahrhunderts bewegten ſich faſt ſämmtlich noch in der Bahn des künſtlichen Syſtems, welches zuerſt Carl Linné in ſtrengerer Form aufgeſtellt hatte. Das künſtliche Syſtem unterſcheidet ſich von dem

natürlichen wesentlich dadurch, daß es nicht die gesammte Organisation und die innere, auf der Blutsverwandtschaft beruhende Formverwandtschaft zur Grundlage der Eintheilung macht, sondern nur einzelne und dazu meist noch äußerliche, leicht in die Augen fallende Merkmale. So unterschied Linné seine 24 Klassen des Pflanzenreichs wesentlich nach der Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße. Ebenso unterschied Derselbe im Thierreiche sechs Klassen wesentlich nach der Beschaffenheit des Herzens und des Blutes. Diese sechs Klassen waren: 1. die Säugethiere; 2. die Vögel; 3. die Amphibien; 4. die Fische; 5. die Insekten und 6. die Würmer.

Diese sechs Thierklassen Linné's sind aber keineswegs von gleichem Werthe, und es war schon ein wichtiger Fortschritt, als Lamarck zu Ende des vorigen Jahrhunderts die vier ersten Klassen als Wirbelthiere (Vertebrata) zusammenfaßte, und diesen die übrigen Thiere, die Insekten und Würmer Linné's, als eine zweite Hauptabtheilung, als Wirbellose (Invertebrata) gegenüberstellte. Eigentlich griff Lamarck damit auf den Vater der Naturgeschichte, auf Aristoteles zurück, welcher diese beiden großen Hauptgruppen bereits unterschieden, und die ersteren Blutthiere, die letzteren Blutlose genannt hatte.

Den nächsten großen Fortschritt zum natürlichen System des Thierreichs thaten einige Decennien später zwei der verdienstvollsten Zoologen, Carl Ernst Bär und George Cuvier. Wie schon früher erwähnt wurde, stellten dieselben fast gleichzeitig, und unabhängig von einander, die Behauptung auf, daß mehrere grundverschiedene Hauptgruppen im Thierreich zu unterscheiden seien, von denen jede einen ganz eigenthümlichen Bauplan oder Typus besitze. (Vergl. oben S. 48.) In jeder dieser Hauptabtheilungen giebt es eine baumförmig verzweigte Stufenleiter von sehr einfachen und unvollkommenen bis zu höchst zusammengesetzten und entwickelten Formen. Der Ausbildungsgrad innerhalb eines jeden Typus ist ganz unabhängig von dem eigenthümlichen Bauplan, der dem Typus als besonderer Charakter zu Grunde liegt. Dieser „Typus"

wird durch das eigenthümliche Lagerungsverhältniß der wichtigſten Körpertheile und die Verbindungsweiſe der Organe beſtimmt. Der Ausbildungsgrad dagegen iſt abhängig von der mehr oder weniger weitgehenden Arbeitstheilung oder Differenzirung der Plaſtiden und Organe. Dieſe außerordentlich wichtige und fruchtbare Idee begründete Bär, welcher ſich auf die individuelle Entwickelungsgeſchichte der Thiere ſtützte, viel klarer und tiefer als Cuvier, welcher ſich bloß an die Reſultate der vergleichenden Anatomie hielt. Doch erkannte weder dieſer noch jener die wahre Urſache jenes merkwürdigen Verhältniſſes. Dieſe wird uns erſt durch die Deſcendenztheorie enthüllt. Sie zeigt uns, daß der gemeinſame Typus oder Bauplan durch die Vererbung, der Grad der Ausbildung oder Sonderung dagegen durch die Anpaſſung bedingt iſt. (Gen. Morph. II, 10.)

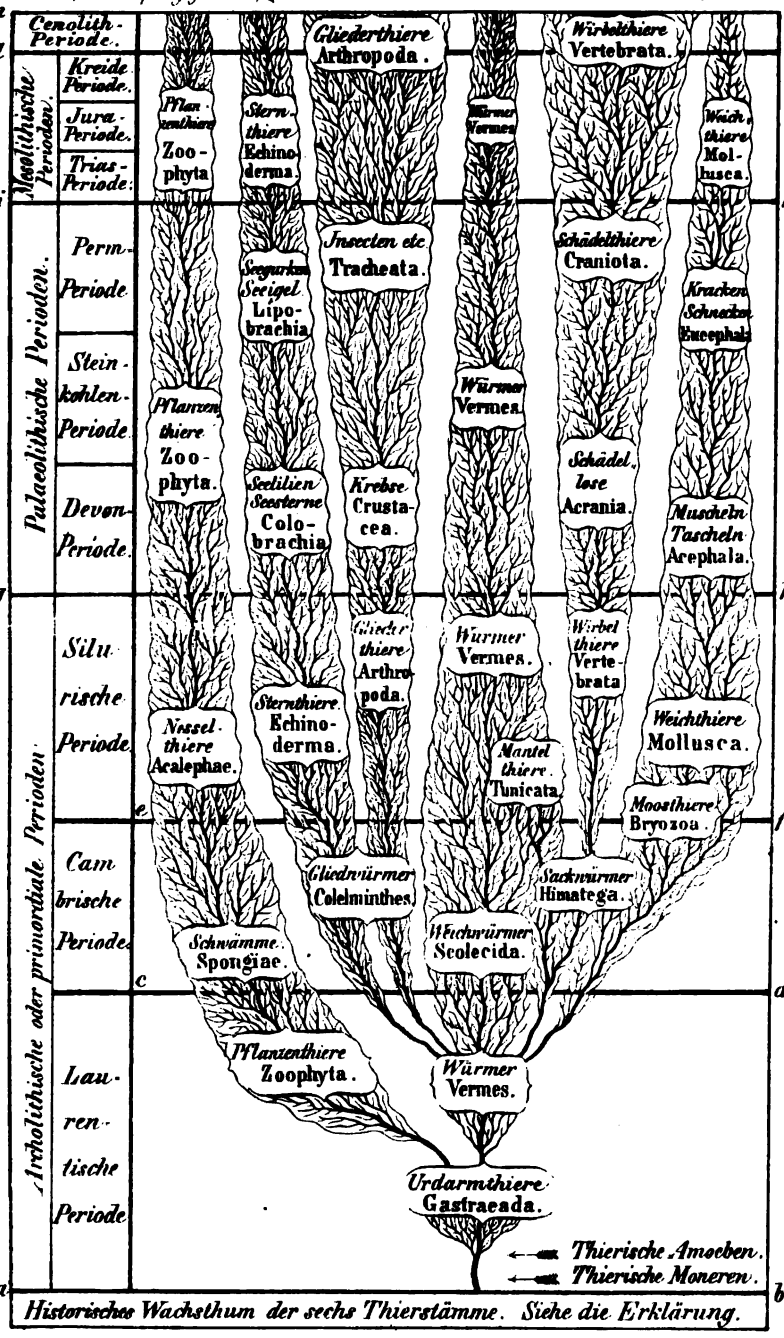
Sowohl Bär als Cuvier unterſcheiden im Thierreich vier verſchiedene Typen oder Baupläne und theilen daſſelbe dem entſprechend in vier große Hauptabtheilungen (Zweige oder Kreiſe) ein. Die erſte von dieſen wird durch die Wirbelthiere (Vertebrata) gebildet, welche die vier erſten Klaſſen Linné's umfaſſen: die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fiſche. Den zweiten Typus bilden die Gliederthiere (Articulata), welche die Inſekten Linné's, alſo die eigentlichen Inſekten, die Tauſendfüße, Spinnen und Krebſe, außerdem aber auch einen großen Theil der Würmer, insbeſondere die gegliederten Würmer, enthalten. Die dritte Hauptabtheilung umfaßt die Weichthiere (Mollusca): die Kracken, Schnecken, Muſcheln, und einige verwandte Gruppen. Der vierte und letzte Kreis des Thierreichs endlich iſt aus den verſchiedenen Strahlthieren (Radiata) zuſammengeſetzt, welche ſich auf den erſten Blick von den drei vorhergehenden Typen durch ihre „ſtrahlige", blumenähnliche Körperform unterſcheiden. Während nämlich bei den Weichthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren der Körper aus zwei ſymmetriſch-gleichen Seitenhälften beſteht, aus zwei Gegenſtücken oder Antimeren, von denen das eine das Spiegelbild des anderen darſtellt, ſo iſt dagegen bei den ſogenannten Strahlthieren der Körper aus mehr als zwei, gewöhnlich

Worten, der Begriff des Kreiſes oder Typus, wie er in der Zoologie ſeit Bär und Cuvier für die wenigen oberſten Hauptgruppen oder „Unterreiche" des Thierreichs gebräuchlich iſt, fällt zuſammen mit dem Begriffe des Stammes oder Phylum, wie ihn die Deſcendenztheorie für die Geſammtheit derjenigen Organismen anwendet, welche höchſtwahrſcheinlich blutsverwandt ſind, und eine gemeinſame Wurzel beſitzen.

Wenn wir demgemäß die ganze Mannichfaltigkeit der thieriſchen Formen auf jene ſieben Grundformen zurückführen können, ſo tritt uns als zweites phylogenetiſches Problem die Frage entgegen: Wo kommen dieſe ſieben Thierſtämme her? Sind die ſieben urſprünglichen Stammformen derſelben ganz ſelbſtſtändigen Urſprungs, oder ſind auch ſie unter einander in entfernterem Grade blutsverwandt?

Anfänglich könnte man geneigt ſein, dieſe Frage in polyphyletiſchem Sinne dahin zu beantworten, daß für jeden der ſieben großen Thierſtämme mindeſtens eine ſelbſtſtändige und von den anderen gänzlich unabhängige Stammform angenommen werden muß. Allein bei eingehendem Nachdenken über dieſes ſchwierige Problem gelangt man doch ſchließlich zu der monophyletiſchen Ueberzeugung, daß auch dieſe ſieben Stammformen ganz unten an der Wurzel zuſammenhängen, daß auch ſie wieder von einer einzigen, gemeinſamen Urform abzuleiten ſind. Auch im Thierreich, wie im Pflanzenreich, gewinnt bei näherer und eingehenderer Betrachtung die einſtämmige oder monophyletiſche Deſcendenz-Hypotheſe das Uebergewicht über die entgegengeſetzte, vielſtämmige oder polyphyletiſche Hypotheſe.

Vor Allem und in erſter Linie iſt es die vergleichende Ontogenie, welche uns zu dieſer monophyletiſchen Ueberzeugung von dem einheitlichen Urſprunge des ganzen Thierreichs (nach Ausſchluß der Protiſten natürlich!) führt. Der Zoologe, welcher die individuelle Entwickelungsgeſchichte der Thierſtämme denkend vergleicht und die Bedeutung des biogenetiſchen Grundgeſetzes begriffen hat (S. 361), kann ſich der Ueberzeugung nicht verſchließen, daß auch für die ſieben ange-




Historisches Wachsthum der sechs Thierstämme. Siehe die Erklärung.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

führten Thierſtämme eine gemeinſame Wurzelform angenommen werden muß, und daß alle Thiere mit Inbegriff des Menſchen von einer einzigen gemeinſamen Stammform abſtammen. Aus jenen ontogenetiſchen Thatſachen ergiebt ſich die nachſtehende phylogenetiſche Hypotheſe, welche ich in meiner „Gaſträa-Theorie" und in meiner „Philoſophie der Kalkſchwämme" näher erläutert habe (Monographie der Kalkſchwämme[50], Band I, S. 464, 465 u. ſ. w. „Die Keimblätter-Theorie und der Stammbaum des Thierreichs").

Die erſte Stufe des organiſchen Lebens bildeten auch im Thierreiche (wie im Pflanzenreiche und Protiſtenreiche) ganz einfache *Moneren*, durch Urzeugung entſtanden. Noch jetzt wird die einſtmalige Exiſtenz dieſes denkbar einfachſten thieriſchen Formzuſtandes dadurch bezeugt, daß die Eizelle vieler Thiere nach eingetretener Befruchtung zunächſt ihren Kern verliert, ſomit auf die niedere Bildungsſtufe einer kernloſen Cytode zurückſinkt und dann einem Moner gleicht. Dieſen merkwürdigen Vorgang deute ich nach dem Geſetze der latenten Vererbung (S. 184) als einen phylogenetiſchen *Rückſchlag* der Zellenform in die urſprüngliche Cytodenform. Die *Monerula*, wie wir dieſe kernloſe Ei-Cytode nennen können, wiederholt nach dem biogenetiſchen Grundgeſetze (S. 361) die älteſte aller Thierformen, die gemeinſame Stammform des Thierreichs, das *Moner*.

Der zweite ontogenetiſche Vorgang beſteht darin, daß ſich in der Monerula ein neuer Kern bildet, und ſomit die kernloſe Ei-Cytode ſich aufs Neue zu dem Form-Werthe einer wahren *Ei-Zelle* erhebt. Dem entſprechend haben wir als die zweite phylogenetiſche Stammform des Thierreichs die einfache kernhaltige thieriſche *Zelle*, oder das *einzellige Urthier* anzuſehen, welches noch heute in den *Amoeben* der Gegenwart uns lebendig vor Augen tritt. Gleich dieſen noch jetzt lebenden einfachen Amoeben, und gleich den nackten, davon nicht zu unterſcheidenden Eizellen vieler niederen Thiere (der Schwämme, Meduſen u. ſ. w.), waren auch jene uralten phyletiſchen Stamm-Amoeben ganz einfache nackte Zellen, die ſich mittelſt formwechſelnder Fortſätze kriechend in dem laurentiſchen Urmeere umherbe-

wegten und auf dieſelbe Weiſe, wie die heutigen Amoeben, ernährten und fortpflanzten (vergl. S. 169 und 380). Die Exiſtenz dieſer einzelligen, einer Amoeba gleichen Stammform des ganzen Thierreichs wird unwiderleglich durch die höchſt wichtige Thatſache bewieſen, daß das Ei aller Thiere, vom Schwamm und vom Wurm bis zur Ameiſe und zum Menſchen hinauf eine einfache Zelle iſt.

Aus dem einzelligen Zuſtande entwickelte ſich in dritter Linie der einfachſte vielzellige Zuſtand, nämlich ein Haufen oder eine kleine Gemeinde von einfachen, gleichartigen Zellen. Noch jetzt entſteht bei der ontogenetiſchen Entwickelung jeder thieriſchen Eizelle durch wiederholte Theilung derſelben zunächſt ein kugeliger Haufen von lauter gleichartigen nackten Zellen (vergl. S. 170 und Taf. XVI, Fig. 3). Wir nannten dieſen Zellenhaufen wegen ſeiner Aehnlichkeit mit einer Maulbeere oder Brombeere das Maulbeer-Stadium (Morula). In allen verſchiedenen Thierſtämmen kehrt dieſer Morula-Körper in derſelben einfachen Geſtalt wieder, und gerade aus dieſem äußerſt wichtigen Umſtande können wir nach dem biogenetiſchen Grundgeſetze mit der größten Sicherheit ſchließen, daß auch die älteſte vielzellige Stammform des Thierreichs einer ſolchen Morula glich, und einen einfachen Haufen von lauter amoebenartigen, unter ſich gleichen Urzellen darſtellte. Wir wollen dieſe älteſte Amoeben-Geſellſchaft, dieſe einfachſte Thierzellen-Gemeinde, welche durch die Morula rekapitulirt wird, Synamoebium nennen.

Aus dem Synamoebium entwickelte ſich weiterhin in früher laurentiſcher Urzeit eine vierte Stammform des Thierreichs, welche wir Flimmerſchwärmer ((Planaea) nennen wollen. Dieſe letztere entſtand aus dem erſteren dadurch, daß im Inneren des kugeligen Zellenhaufens ſich Flüſſigkeit anſammelte. Dadurch wurden die ſämmtlichen gleichartigen Zellen an die Oberfläche gedrängt und bildeten nunmehr als einfache Zellenſchicht die dünne Wand einer kugeligen Blaſe. Die amoeboiden Fortſätze der Zellen begannen ſich raſcher und regelmäßiger zu bewegen und verwandelten ſich in bleibende Flimmerhaare. Durch die Flimmerbewegung dieſer letzteren wurde

der ganze vielzellige Körper in kräftigere und ſchnellere Bewegung verſetzt, und ging aus der kriechenden in die ſchwimmende Ortsbewegung über. In ganz derſelben Weiſe geht noch gegenwärtig in der Ontogeneſe niederer Thiere aus den verſchiedenſten Thierſtämmen die Morula in eine flimmernde Larvenform über, welche ſchon ſeit dem Jahre 1847 unter dem Namen der Planula bekannt iſt. Dieſe Planula iſt ein blaſenförmiger, bald kugeliger, bald eiförmiger oder länglich runder Körper, welcher mittelſt Flimmerbewegung im Waſſer umherſchwimmt. Die dünne Wand der kugeligen mit Flüſſigkeit gefüllten Blaſe beſteht aus einer einzigen Schicht von flimmernden Zellen, ähnlich wie bei der Magoſphära (S. 384).

Aus dieſer Planula oder Flimmerlarve entwickelt ſich bei Thieren aller Stämme weiterhin zunächſt eine außerordentlich wichtige und intereſſante Thierform, welche ich in meiner Monographie der Kalkſchwämme mit dem Namen Gastrula (d. h. Magenlarve oder Darmlarve) belegt habe (Taf. XVI, Fig. 5, 6). Dieſe Gaſtrula gleicht äußerlich der Planula, unterſcheidet ſich aber weſentlich dadurch von ihr, daß ihr innerer Hohlraum ſich durch eine Mündung nach außen öffnet und daß die Zellenwand deſſelben nicht einſchichtig, ſondern zweiſchichtig iſt. Der Hohlraum iſt der „Urdarm“ oder „Urmagen“ (Progaster), die erſte Anlage des ernährenden Darmkanals; ſeine Oeffnung iſt der „Urmund“ (Prostoma), die erſte Mundöffnung. Die beiden Zellenſchichten der Darmwand, welche zugleich die Körperwand der hohlen Gaſtrula iſt, ſind „die beiden primären Keimblätter: Hautblatt und Darmblatt“. Die höchſt wichtige Larvenform der Gaſtrula kehrt in derſelben Geſtalt in der Ontogeneſe von Thieren aller Stämme wieder: bei den Schwämmen, Meduſen, Korallen, Würmern, Mantelthieren, Sternthieren, Weichthieren, ja ſogar bei den niederſten Wirbelthieren (Amphioxus, vergl. S. 510, Taf. XII, Fig. B4; Ascidia, ebendaſelbſt Fig. A4).

Aus der ontogenetiſchen Verbreitung der Gaſtrula bei den verſchiedenſten Thierklaſſen, von den Pflanzenthieren bis zu den Wirbelthieren hinauf, können wir nach dem biogenetiſchen Grundgeſetze mit

| Formwerth der fünf erſten Entwickelungsſtufen des Thierkörpers, verglichen in der individuellen und phyletiſchen Entwickelung | Ontogenesis. Die fünf erſten Stufen der Keimes-Entwickelung | Phylogenesis. Die fünf erſten Stufen der Stammes-Entwickelung |
|---|---|---|
| **Erſtes Entwickelungs-Stadium**<br>**Eine einfachſte Cytode**<br>(Eine kernloſe Plaſtide) | 1.<br>**Monerula**<br>Kernloſes Thier-Ei (der Eikern ſchwindet nach der Befruchtung) | 1.<br>**Moneres**<br>Aelteſte animale Moneren (durch Urzeugung entſtanden) |
| **Zweites Entwickelungs-Stadium**<br>**Eine einfache Zelle**<br>(Eine kernhaltige Plaſtide) | 2.<br>**Ovulum**<br>Kernhaltiges Thier-Ei (einfache Eizelle) | 2.<br>**Amoeba**<br>Aelteſte animale Amoeben |
| **Drittes Entwickelungs-Stadium**<br>**Eine ſolide Gemeinde** (ein Aggregat) **von gleichartigen einfachen Zellen** | 3.<br>**Morula**<br>(Maulbeerdotter)<br>Kugeliger Haufen von gleichartigen „Furchungskugeln" | 3.<br>**Synamoebium**<br>(Amoebenſtock)<br>Aelteſte Haufen von geſelligen gleichartigen „Amoeben" |
| **Viertes Entwickelungs-Stadium**<br>Eine kugelige oder eiförmige, mit Flüſſigkeit gefüllte **Blaſe, deren dünne Wand aus einer einzigen Schicht von gleichartigen flimmernden Zellen beſteht.** | 4.<br>**Planula**<br>(Flimmerlarve)<br>Hohle blaſenförmige Larve (oder Embryo), deren dünne Wand aus einer einzigen flimmernden Zellenſchicht beſteht. | 4.<br>**Planaea**<br>(Flimmerſchwärmer)<br>Hohles blaſenförmiges Urthier, deſſen dünne Wand aus einer einzigen flimmernden Zellenſchicht beſteht. |
| **Fünftes Entwickelungs-Stadium**<br>Ein kugeliger oder eiförmiger **Körper mit einfacher Darmhöhle und Mundöffnung: Darmwand aus zwei Blättern zuſammengeſetzt:** außen flimmerndes Exoderm (Dermalblatt); innen flimmerloſes Entoderm (Gaſtralblatt) | 5.<br>**Gastrula**<br>(Darmlarve)<br>Vielzellige Larve mit Darm und Mund; Darmwand zweiblättrig (Urſprüngliche Keimform der Darmthiere) | 5.<br>**Gastraea**<br>Vielzelliges Darmthier mit Darm und Mund; Darmwand zweiblättrig (Urſprüngliche Stammform der Darmthiere) |

Sicherheit den Schluß ziehen, daß während der laurentiſchen Periode eine gemeinſame Stammform der ſechs höheren Thierſtämme exiſtirte, welche im Weſentlichen der Gaſtrula gleich gebildet war, und welche wir Gastraea nennen wollen. Dieſe Gaſträa beſaß einen ganz einfachen, kugeligen, eiförmigen oder länglich runden Körper, der eine einfache Höhle von gleicher Geſtalt, den Urdarm, umſchloß; an einem Pole der Längsaxe öffnete ſich der Urdarm durch einen Mund, der zur Nahrungsaufnahme diente. Die Körperwand (zugleich Darmwand) beſtand aus zwei Zellenſchichten, dem flimmerloſen Entoderm oder Darmblatt, und dem flimmernden Exoderm oder Hautblatt; durch die Flimmerbewegung des letzteren ſchwamm die Gaſträa im laurentiſchen Urmeere frei umher. Auch bei denjenigen höheren Thieren, bei denen die urſprüngliche Gaſtrula-Form in der Ontogeneſe nach dem Geſetze der abgekürzten Vererbung (S. 190) verloren gegangen iſt, hat ſich dennoch die Zuſammenſetzung des Gaſträa-Körpers auf diejenige Keimform vererbt, die zunächſt aus der Morula entſteht. Dieſe Keimform iſt eine länglich runde Scheibe, die aus zwei Zellenlagen oder Blättern beſteht: die äußere Zellenſchicht, das animale oder dermale Keimblatt, entſpricht dem Exoderm der Gaſträa; aus ihr entwickelt ſich die äußere Oberhaut (Epidermis) mit ihren Drüſen und Anhängen, ſowie das Centralnervenſyſtem. Die innere Zellenſchicht, das vegetative oder gaſtrale Keimblatt, iſt urſprünglich das Entoderm der Gaſträa; aus ihr entwickelt ſich die ernährende innere Haut (Epithelium) des Darmkanals und ſeiner Drüſen. (Vergl. meine Monographie der Kalkſchwämme, Bd. I, S. 466 ꝛc.)

Wir hätten demnach durch die Ontogenie für unſere Hypotheſe von der monophyletiſchen Deſcendenz des Thierreichs bereits fünf primordiale Entwickelungsſtufen gewonnen: 1) das Moner; 2) die Amoebe; 3) das Synamoebium; 4) die Planäa und 5) die Gaſträa. Die einſtmalige Exiſtenz dieſer fünf älteſten, auf einander folgenden Stammformen, welche im laurentiſchen Zeitalter gelebt haben müſſen, folgt unmittelbar aus dem biogenetiſchen Grundgeſetz, aus dem Paral-

lismus und dem mechaniſchen Cauſalzuſammenhang der Ontogeneſis und der Phylogeneſis (vergl. S. 444). Die vier erſten Formſtufen (die animalen Moneren, Amoeben, Synamoebien und Planäaden) könnten wir in dem Stamme der Urthiere (Protozoa) unterbringen, der außerdem auch die heute noch lebenden Infuſorien und Gregarinen enthält. Mit der fünften Entwickelungsſtufe hingegen, mit der Gaſträa, erhebt ſich das Thierreich auf eine weit höhere Organiſationsſtufe.

Die phyletiſche Entwickelung der ſechs höheren Thierſtämme, welche ſämmtlich von der Gaſträa abſtammen, ſchlug von dieſem gemeinſamen Ausgangspunkte aus einen zweifach verſchiedenen Weg ein. Mit anderen Worten: die Gaſträaden (wie wir die durch den Gaſträa-Typus charakteriſirte Formen-Gruppe nennen können) ſpalteten ſich in zwei divergirende Linien oder Zweige. Der eine Zweig der Gaſträaden gab die freie Ortsbewegung auf, ſetzte ſich auf dem Meeresboden feſt, und wurde ſo durch Anpaſſung an feſtſitzende Lebensweiſe zum Protascus, zu der gemeinſamen Stammform der Pflanzenthiere (Zoophyta). Der andere Zweig der Gaſträaden behielt die freie Ortsbewegung bei, ſetzte ſich nicht feſt, und entwickelte ſich weiterhin zur Prothelmis, der gemeinſamen Stammform der Würmer (Vermes). (Vgl. S. 449.)

Dieſer letztere Stamm (in dem Umfang, wie ihn heutzutage die moderne Zoologie begrenzt) iſt phylogenetiſch vom höchſten Intereſſe. Unter den Würmern nämlich finden ſich, wie wir nachher ſehen werden, neben ſehr zahlreichen eigenthümlichen Thierfamilien und neben vielen ſelbſtſtändigen Klaſſen auch einzelne ſehr merkwürdige Thierformen, welche als unmittelbare Uebergangsformen zu den vier höheren Thierſtämmen betrachtet werden können. Sowohl die vergleichende Anatomie als die Ontogenie dieſer Würmer läßt uns in ihnen die nächſten Blutsverwandten derjenigen ausgeſtorbenen Thierformen erkennen, welche die urſprünglichen Stammformen der vier höheren Thierſtämme waren. Dieſe letzteren, die Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere und Wirbelthiere ſtehen mithin unter einander in

keiner näheren Blutsverwandtſchaft, ſondern ſind an vier verſchiedenen Stellen aus dem Stamme der Würmer entſprungen.

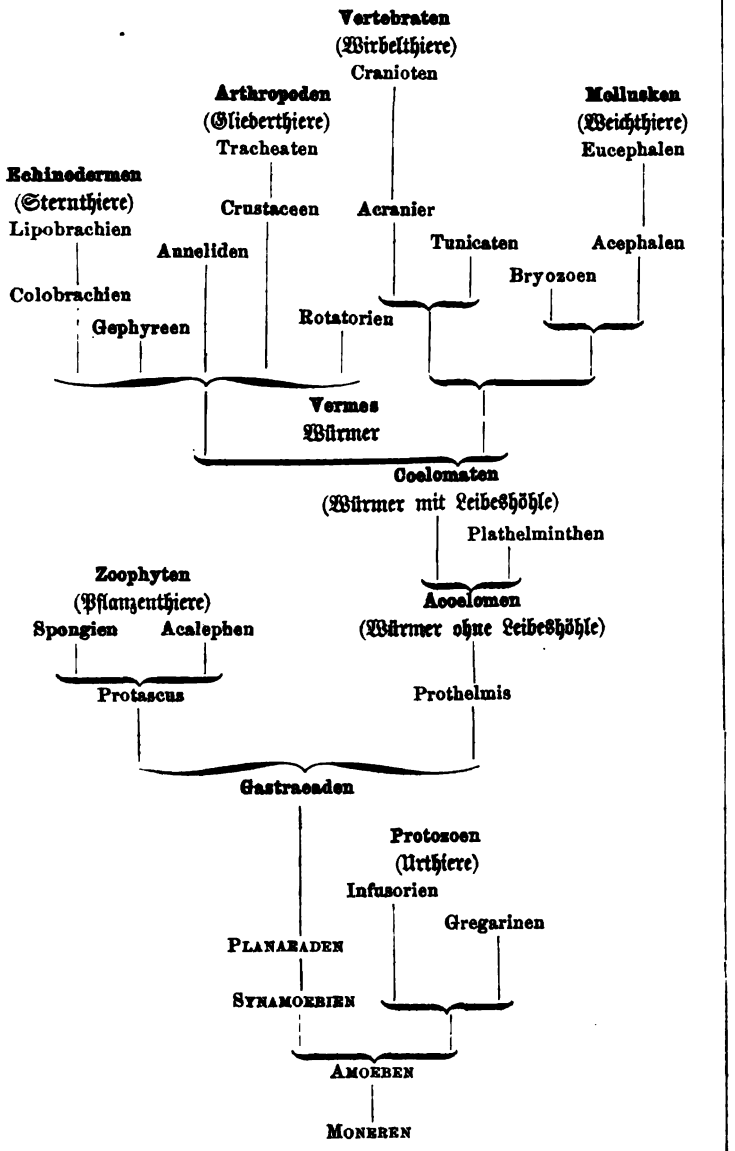
Wir gelangen demnach auf Grund der vergleichenden Anatomie und Ontogenie zu demjenigen monophyletiſchen Stammbaum des Thierreichs, deſſen Grundzüge auf S. 449 dargeſtellt ſind. Hiernach ſind die ſieben Phylen oder Stämme des Thierreichs genealogiſch von ſehr verſchiedenem Werthe. Die urſprüngliche Stammgruppe des ganzen Thierreichs bilden die Urthiere (Protozoa). Aus einem Zweige der Protozoen entwickelte ſich die bedeutungsvolle Stammform der Gaſtræa und aus dieſer entſprangen als zwei divergirende Aeſte die beiden Stämme der Pflanzenthiere (Zoophyta) und der Würmer (Vermes). Aus vier verſchiedenen Gruppen des Würmerſtammes entwickelten ſich die vier höheren Thierſtämme: einerſeits die Sternthiere (Echinoderma) und Gliederthiere (Arthropoda), andrerſeits die Weichthiere (Mollusca) und Wirbelthiere (Vertebrata). Im Gegenſatze zu den darmloſen Urthieren (Protozoa), die niemals Keimblätter bilden, kann man alle übrigen Thiere mit Darm und mit zwei primären Keimblättern unter dem Namen Darmthiere (Metazoa) zuſammenfaſſen.

Nachdem wir ſo den monophyletiſchen Stammbaum des Thierreichs in ſeinen wichtigſten Grundzügen feſtgeſtellt haben, wenden wir uns zu einer näheren Betrachtung der hiſtoriſchen Entwickelung, welche die ſieben Stämme des Thierreichs und die darin zu unterſcheidenden Klaſſen (S. 448) eingeſchlagen haben. Die Zahl dieſer Klaſſen iſt im Thierreiche viel größer als im Pflanzenreiche, ſchon aus dem einfachen Grunde, weil der Thierkörper, entſprechend ſeiner viel mannichfaltigeren und vollkommneren Lebensthätigkeit, ſich in viel mehr verſchiedenen Richtungen differenziren und vervollkommnen konnte. Während wir daher das ganze Pflanzenreich in ſechs Hauptklaſſen und neunzehn Klaſſen eintheilen konnten, müſſen wir im Thierreiche wenigſtens ſechszehn Hauptklaſſen und acht und dreißig Klaſſen unterſcheiden. Dieſe vertheilen ſich in nachſtehender ſyſtematiſcher Ueberſicht folgendermaßen auf die ſieben Stämme des Thierreichs (S. 448, 449).

# Systematische Uebersicht

## der 16 Hauptklassen und 38 Klassen des Thierreichs.

| Stämme oder Phylen des Thierreichs | Hauptklassen oder Stammäste des Thierreichs | Klassen des Thierreichs | Systematischer Name der Klassen |
|---|---|---|---|
| **Erstes Unterreich: Urthiere (Protozoa).** Thiere ohne Keimblätter, ohne Darm, ohne Gewebe. | | | |
| A. Urthiere Protozoa | I. Eithiere *Ovularia* | 1. Urahnthiere | 1. Archezoa |
| | | 2. Gregarinen | 2. Gregarinae |
| | II. Infusionsthiere *Infusoria* | 3. Sauginfusorien | 3. Acinetae |
| | | 4. Wimperinfusorien | 4. Ciliata |
| **Zweites Unterreich: Darmthiere (Metazoa).** Thiere mit zwei primären Keimblättern, mit Darm, mit Geweben. | | | |
| B. Pflanzenthiere Zoophyta | III. Schwammthiere *Spongiae* | 5. Urdarmthiere | 5. Gastraeada |
| | | 6. Schwämme | 6. Porifera |
| | IV. Nesselthiere *Acalephae* | 7. Korallen | 7. Corolla |
| | | 8. Schirmquallen | 8. Hydromedusae |
| | | 9. Kammquallen | 9. Ctenophora |
| C. Wurmthiere Vermes | V. Dichtwürmer *Acoelomi* | 10. Urwürmer | 10. Archelminthes |
| | | 11. Plattwürmer | 11. Plathelminthes |
| | VI. Blutwürmer *Coelomati* | 12. Rundwürmer | 12. Nemathelminthes |
| | | 13. Manteltiere | 13. Tunicata |
| | | 14. Moostiere | 14. Bryozoa |
| | | 15. Rädertiere | 15. Rotatoria |
| | | 16. Sternwürmer | 16. Gephyrea |
| | | 17. Ringelwürmer | 17. Annelida |
| D. Weichthiere Mollusca | VII. Kopflose *Acephala* | 18. Taschein | 18. Spirobranchia |
| | | 19. Muscheln | 19. Lamellibranchia |
| | VIII. Kopfträger *Eucephala* | 20. Schnecken | 20. Cochlides |
| | | 21. Kraken | 21. Cephalopoda |
| E. Sternthiere Echinoderma | IX. Gliederarmige *Colobrachia* | 22. Seesterne | 22. Asterida |
| | | 23. Seelilien | 23. Crinoida |
| | X. Armlose *Lipobrachia* | 24. Seeigel | 24. Echinida |
| | | 25. Seegurken | 25. Holothuriae |
| F. Gliederthiere Arthropoda | XI. Kiemenkerfe *Carides* | 26. Krebsthiere | 2 . Crusacea |
| | XII. Tracheenkerfe *Tracheata* | 27. Spinnen | 27. Arachnida |
| | | 28. Tausendfüßer | 28. Myriapoda |
| | | 29. Insekten | 29. Insecta |
| G. Wirbelthiere Vertebrata | XIII. Schädellose *Acrania* | 30. Rohrherzen | 30. Leptocardia |
| | XIV. Unpaarnasen *Monorhina* | 31. Rundmäuler | 31. Cyclostoma |
| | XV. Amnionlose *Anamnia* | 32. Fische | 32. Pisces |
| | | 33. Lurchfische | 33. Dipneusta |
| | | 34. Seedrachen | 34. Halisauria |
| | | 35. Lurche | 35. Amphibia |
| | XVI. Amnionthiere *Amniota* | 36. Schleicher | 36. Reptilia |
| | | 37. Vögel | 37. Aves |
| | | 38. Säugethiere | 38. Mammalia |


Vertebraten
(Wirbelthiere)
Cranioten
Arthropoden
(Gliederthiere)
Tracheaten
Mollusken
(Weichthiere)
Eucephalen
Echinodermen
(Sternthiere)
Lipobrachien
Crustaceen
Acraniер
Tunicaten
Acephalen
Anneliden
Bryozoen
Colobrachien
Gephyreen
Rotatorien
Vermes
Würmer
Coelomaten
(Würmer mit Leibeshöhle)
Plathelminthen
Zoophyten
(Pflanzenthiere)
Spongien
Acalephen
Acoelomen
(Würmer ohne Leibeshöhle)
Protascus
Prothelmis
Gastraeaden
Protozoen
(Urthiere)
Infusorien
Gregarinen
Planaraden
Synamoebien
Amoeben
Moneren

Die Gruppe der Urthiere (Protozoa) in dem Umfange, welchen wir hier diesem Stamme geben, umfaßt die ältesten und einfachsten Stammformen des Thierreichs, insbesondere die vier ersten von den vorher aufgeführten fünf ältesten phyletischen Entwickelungsstufen, und außerdem die Infusorien und Gregarinen, sowie alle diejenigen unvollkommensten Thierformen, welche wegen ihrer einfachen und indifferenten Organisation in keinem der sechs übrigen Thierstämme untergebracht werden können. Die meisten Zoologen rechnen außerdem zu den Urthieren noch einen größeren oder geringeren Theil von jenen niedersten Organismen, welche wir in unserem neutralen Protistenreiche (im sechszehnten Vortrage) aufgeführt haben. Diese Protisten aber, namentlich die große und formenreiche Abtheilung der Rhizopoden, können wir aus den oben mitgetheilten Gründen nicht als echte Thiere betrachten. Wenn wir demnach von diesen hier ganz absehen, können wir als echte Protozoen zwei verschiedene Hauptklassen betrachten: Eithiere (Ovularia) und Infusionsthiere (Infusoria). Zu den ersteren gehören die beiden Klassen der Archezoen und Gregarinen, zu den letzteren die beiden Klassen der Acineten und Ciliaten.

Die erste Hauptklasse der Urthiere bilden die Eithiere (Ovularia). Sie umfaßt die ersten, ältesten und niedrigsten Stufen der thierischen Organisation. Ihre Reihe wird eröffnet durch die vier ältesten und einfachsten Stammformen des Thierreichs, deren einstmalige Existenz wir mittelst des biogenetischen Grundgesetzes vorstehend nachgewiesen haben, also: 1) die thierischen Moneren; 2) die thierischen Amoeben; 3) die thierischen Synamoebien und 4) die thierischen Planäaden. Wenn man will, kann man auch einen Theil der noch gegenwärtig lebenden Moneren und Amoeben dahin rechnen, während ein anderer Theil derselben (nach den Erörterungen des XVI. Vortrags) wegen seiner neutralen Natur zu den Protisten, ein dritter Theil wegen seiner vegetabilen Natur zu den Pflanzen gerechnet werden muß. Alle diese primitivsten Ovularien können wir in der Klasse der Urahnthiere (Archezoa) zusammenfassen.

Eine zweite Klasse der Eithiere würden die Gregarinen (Gregarinae) bilden, welche im Darme und in der Leibeshöhle vieler Thiere schmarotzend leben. Diese Gregarinen sind theils ganz einfache Zellen, wie die Amoeben; theils Ketten von zwei oder drei hinter einander liegenden gleichartigen Zellen. Von den nackten Amoeben unterscheiden sie sich durch eine dicke strukturlose Membran, welche ihren Zellkörper umhüllt. Man kann sie als thierische Amoeben auffassen, welche sich an parasitische Lebensweise gewöhnt, und in Folge dessen mit einer ausgeschwitzten Hülle umgeben haben. Sie zeichnen sich durch eigenthümliche Fortpflanzungs-Verhältnisse aus.

Als zweite Hauptklasse der Urthiere führen wir die echten Infusionsthiere (Infusoria) auf, in demjenigen Umfange, auf welchen die heutige Zoologie fast allgemein diese Thierklasse beschränkt. Die Hauptmasse derselben wird durch die kleinen Wimper-Infusorien (Ciliata) gebildet, die in großen Mengen alle süßen und salzigen Gewässer der Erde bevölkern und mittelst eines zarten Wimperkleides umherschwimmen. Eine zweite kleinere Abtheilung bilden die festsitzenden Saug-Infusorien (Acinetae), die sich mittelst feiner Saugröhren ernähren. Obgleich über diese kleinen, dem bloßen Auge meistens unsichtbaren Thierchen in den letzten dreißig Jahren zahlreiche und sehr genaue Untersuchungen angestellt worden sind, so befanden wir uns dennoch bis vor Kurzem über ihre Entwickelung und ihren Formwerth sehr im Unklaren. Viele Zoologen glaubten, daß dieselben trotz ihrer geringen Körpergröße eine sehr differenzirte Organisation besäßen und stellten sie zu den Würmern. Heute wissen wir, daß die echten Infusorien (sowohl Ciliaten als Acineten) nur den Formwerth einer einfachen Zelle besitzen, obgleich diese Zelle sehr eigenthümliche Differenzirungen zeigt.

Alle die niederen Organismen, die wir hier als Urthiere oder Protozoen aufführen, stimmen sowohl unter sich, als auch mit den früher betrachteten Protisten durch den beständigen Mangel mehrerer, höchst wichtiger Eigenschaften überein, welche allen Angehörigen der übrigen sechs Thierstämme übereinstimmend zukommen.

Alle übrigen Thiere nämlich, von den einfachsten Pflanzenthieren bis zu den Wirbelthieren, vom Schwamme bis zum Menschen hinauf, sind aus verschiedenartigen Geweben und Organen zusammengesetzt, die sich sämmtlich aus zwei verschiedenen Zellenschichten ursprünglich entwickeln. Diese beiden Schichten sind die beiden primären Keimblätter, die wir vorher schon bei der embryonalen Entwickelungsform der Gastrula kennen gelernt haben (S. 443). Die äußere Zellenschicht oder das animale Keimblatt (das Hautblatt oder Exoderma) ist die Grundlage für die animalen Organe des Thierkörpers: Haut, Nervensystem, Muskelsystem, Skelet u. s. w. Die innere Zellenschicht hingegen oder das vegetative Keimblatt (das Darmblatt oder Entoderma) liefert das Material für die vegetativen Organe: Darm, Gefäßsystem u. s. w. Bei den niederen Repräsentanten aller sechs höheren Thierstämme treffen wir noch heute in der Keimesgeschichte die Gastrula an, bei welcher jene beiden primären Keimblätter in einfachster Gestalt auftreten und das älteste Primitiv-Organ, den Urdarm mit dem Urmund, umschließen. Wir können daher alle diese Thiere (im Gegensatze zu den darmlosen Urthieren) als Darmthiere (Metazoa) zusammenfassen. Alle diese Darmthiere können von einer gemeinsamen Stammform — Gastraea — abgeleitet werden und diese längst ausgestorbene Stammform muß im Wesentlichen der heute noch überall verbreiteten Keimform — Gastrula — gleich gebildet gewesen sein (vergl. S. 445). Aus dieser Gasträa entwickelten sich, wie vorher gezeigt wurde, einstmals zwei verschiedene Stammformen, Protascus und Prothelmis, von denen erstere als Stammform der Pflanzenthiere, letztere als Stammform der Würmer zu betrachten ist. (Vergl. die Begründung dieser Hypothese in meiner Monographie der Kalkschwämme, Band I, und in der „Gasträa-Theorie", Jena. Zeitschr. Bd. VIII.)

Die Pflanzenthiere (Zoophyta oder Coelenterata), welche den zweiten Stamm des Thierreichs bilden, erheben sich durch ihre gesammte Organisation bereits bedeutend über die Urthiere, während sie noch tief unter den meisten höheren Thieren stehen bleiben. Bei

den letzteren werden nämlich allgemein (nur die niedrigsten Formen ausgenommen) die vier verschiedenen Funktionen der Ernährungsthätigkeit: Verdauung, Blutumlauf, Athmung und Ausscheidung, durch vier ganz verschiedene Organsysteme bewerkstelligt, durch den Darm, das Blutgefäßsystem, die Athmungsorgane und die Harnapparate. Bei den Pflanzenthieren dagegen sind diese Funktionen und ihre Organe noch nicht getrennt, und sie werden sämmtlich durch ein einziges System von Ernährungskanälen vertreten, durch das sogenannte Gastrocanalsystem oder den coelenterischen Darmgefäßapparat. Der Mund, welcher zugleich After ist, führt in einen Magen, in welchen die übrigen Hohlräume des Körpers offen einmünden. Die Leibeshöhle oder das Coelom, welches den höheren vier Thierstämmen zukömmt, fehlt den Zoophyten noch völlig, ebenso das Blutgefäßsystem und das Blut, ebenso Athmungsorgane u. s. w.

Alle Pflanzenthiere leben im Wasser, die meisten im Meere. Nur sehr wenige leben im süßen Wasser, nämlich die Süßwasserschwämme (Spongilla) und einige Urpolypen (Hydra, Cordylophora). Eine Probe von den zierlichen blumenähnlichen Formen, welche bei den Pflanzenthieren in größter Mannichfaltigkeit vorkommen, giebt Tafel V. (Vergl. die Erklärung derselben im Anhang.)

Der Stamm der Pflanzenthiere zerfällt in zwei verschiedene Hauptklassen, in die Schwämme oder Spongien und die Nesselthiere oder Akalephen (S. 461). Die letztere ist viel formenreicher und höher organisirt als die erstere. Bei den Schwämmen sind allgemein die ganze Körperform sowohl als die einzelnen Organe viel weniger differenzirt und vervollkommnet als bei den Nesselthieren. Insbesondere fehlen den Schwämmen allgemein die charakteristischen Nesselorgane, welche sämmtliche Nesselthiere besitzen.

Als die gemeinsame Stammform aller Pflanzenthiere haben wir den Protascus zu betrachten, eine längst ausgestorbene Thierform, deren frühere Existenz nach dem biogenetischen Grundgesetze durch die Ascula bewiesen wird. Diese Ascula ist eine ontogenetische Entwickelungs-Form, welche sowohl bei den Schwämmen wie bei den Nes-

selthieren zunächst aus der Gastrula hervorgeht (vergl. die Ascula eines Kalkschwammes auf Taf. XVI, Fig. 7, 8). Nachdem nämlich die Gastrula der Pflanzenthiere eine Zeit lang im Wasser umhergeschwommen ist, sinkt sie zu Boden und setzt sich daselbst fest mit demjenigen Pole ihrer Axe, welcher der Mundöffnung entgegengesetzt ist. Die äußeren Zellen des Exoderm ziehen ihre schwingenden Flimmerhaare ein, während umgekehrt die inneren Zellen des Entoderm dergleichen zu bilden beginnen. Die Ascula, wie wir die so verwandelte Larvenform nennen, ist demnach ein einfacher Schlauch, dessen Höhle (die Magenhöhle oder Darmhöhle) sich an dem oberen (der basalen Ansatzstelle entgegengesetzten) Pole der Längsaxe durch einen Mund nach außen öffnet. Der ganze Körper ist hier gewissermaßen noch Magen oder Darm, wie bei der Gastrula. Die Wand des Schlauches, die Körperwand und zugleich Darmwand der Ascula, besteht aus zwei Zellenschichten oder Blättern, einem flimmernden Entoderm oder Gastralblatt (entsprechend dem inneren oder vegetativen Keimblatt der höheren Thiere) und einem nicht flimmernden Exoderm oder Dermalblatt (entsprechend dem äußeren oder animalen Keimblatt der höheren Thiere).

Sowohl die frei umherschwimmende Gasträa als auch der festsitzende Protascus werden während der laurentischen Periode durch zahlreiche verschiedene Gattungen und Arten vertreten gewesen sein, die wir alle in der Zoophyten-Klasse der Gasträaden zusammenfassen können. Die Descendenten dieser Gasträaden spalteten sich in zwei Linien oder Zweige: einerseits die echten Schwämme oder Spongien, andrerseits die Nesselthiere oder Akalephen. Wie nahe diese beiden Hauptklassen der Pflanzenthiere verwandt sind, und wie sie beide als zwei divergente Formen aus der Protascus-Form abzuleiten sind, habe ich in meiner Monographie der Kalkschwämme gezeigt (Bd. I, S. 485). Die Stammform der Schwämme, welche ich dort Archispongia nannte, entstand aus dem Protascus durch Bildung von Hautporen. Die Stammform der Nesselthiere, welche ich ebendaselbst als Archydra bezeichnete, entwickelte sich aus dem Prot-

ascus durch Bildung von Neſſelorganen, ſowie durch Entwickelung von Fühlfäden oder Tentakeln.

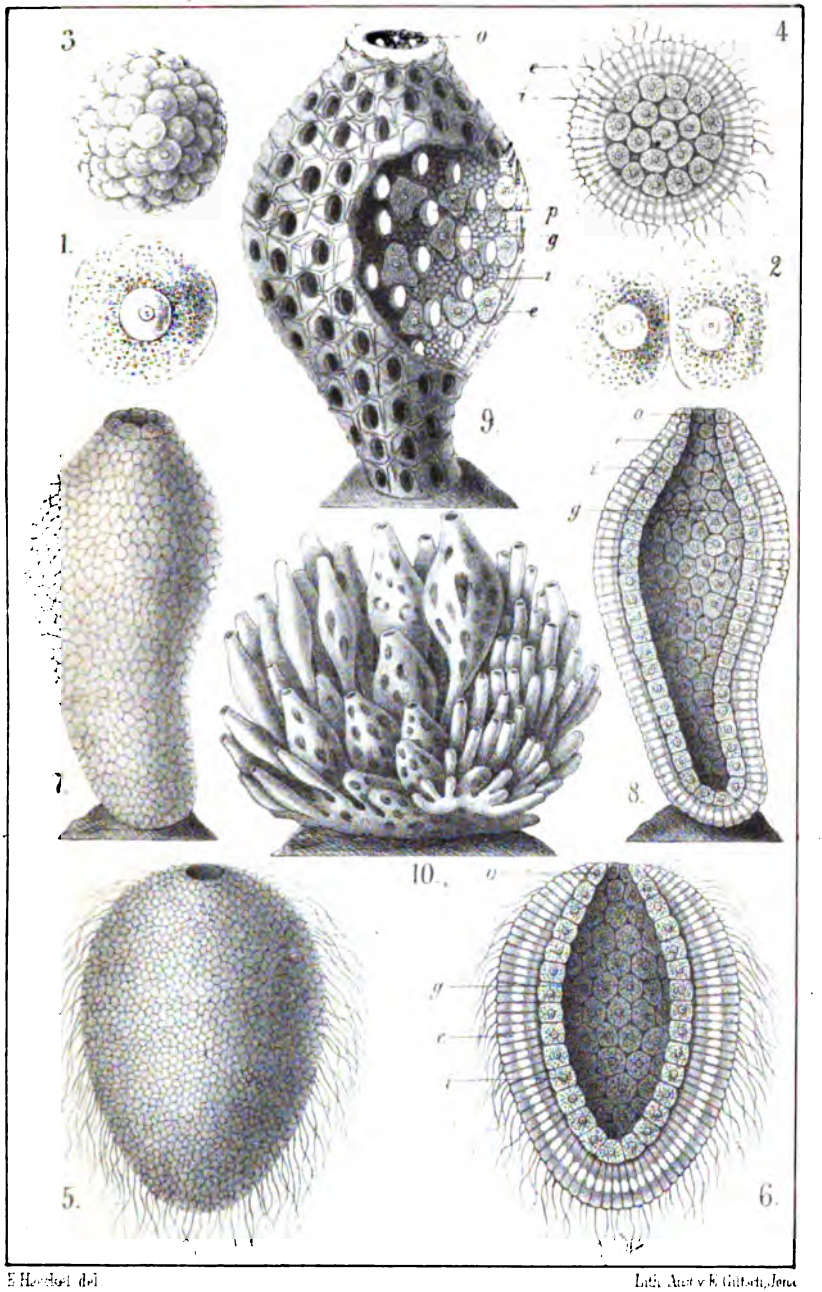
Die Klaſſe der eigentlichen Schwämme, Spongiae oder Porifera genannt (ja nicht zu verwechſeln mit dem zum Pflanzenreiche gehörigen Pilzen, S. 415), lebt im Meere, mit einziger Ausnahme des grünen Süßwaſſer-Schwammes (Spongilla). Lange Zeit galten dieſe Thiere für Pflanzen, ſpäter für Protiſten; in den meiſten Lehrbüchern werden ſie noch jetzt zu den Urthieren gerechnet. Seitdem ich jedoch die Entwickelung derſelben aus der Gaſtrula und den Aufbau ihres Körpers aus zwei Keimblättern (wie bei allen höheren Thieren) nachgewieſen habe, erſcheint ihre nahe Verwandtſchaft mit den Neſſelthieren, und zunächſt mit den Hydrapolypen, endgültig begründet. Insbeſondere hat der Olynthus, den ich als die gemeinſame Stammform der Kalkſchwämme betrachte, hierüber vollſtändigen und ſicheren Aufſchluß gegeben (Taf. XVI, Fig. 9).

Die mannichfaltigen, aber noch wenig unterſuchten Thierformen, welche in der Poriferen-Klaſſe vereinigt ſind, laſſen ſich auf drei Legionen und acht Ordnungen vertheilen. Die erſte Legion bilden die weichen, gallertigen Schleimſchwämme (Myxospongiae), welche ſich durch den Mangel aller harten Skelet-Theile auszeichnen. Dahin gehören einerſeits die längſt ausgeſtorbenen Stammformen der ganzen Klaſſe, als deren Typus uns Archispongia gilt, andrerſeits die noch lebenden Gallertſchwämme, von denen Halisarca am beſten bekannt iſt. Das Porträt der Archiſpongia, des älteſten Urſchwammes, erhalten wir, wenn wir uns aus dem Olynthus (Taf. XVI, Fig. 9) die dreiſtrahligen Kalknadeln entfernt denken.

Die zweite Legion der Spongien enthält die Faſerſchwämme (Fibrospongiae), deren weicher Körper durch ein feſtes, faſeriges Skelet geſtützt wird. Dieſes Faſer-Skelet beſteht oft bloß aus ſogenannter „Hornfaſer", d. h. aus einer ſchwer zerſtörbaren und ſehr elaſtiſchen organiſchen Subſtanz; ſo namentlich bei unſerem gewöhnlichen Badeſchwamme (Euspongia officinalis), deſſen gereinigtes Skelet wir jeden Morgen zum Waſchen benutzen. Bei vielen Faſer-

schwämmen sind in dieses hornähnliche Faser-Skelet viele Kieselnadeln eingelagert, so z. B. bei dem Süßwasserschwamme (Spongilla). Bei noch anderen besteht das ganze Skelet bloß aus Kieselnadeln, welche oft zu einem äußerst zierlichen Gitterwerke verflochten sind, so namentlich bei dem berühmten „Venusblumenkorb" (Euplectella). Nach der verschiedenen Bildung der Nadeln kann man unter den Faserschwämmen drei Ordnungen unterscheiden, die Chalynthina, Geodina und Hexactinella. Die Naturgeschichte der Faserschwämme ist von besonderem Interesse für die Descendenz-Theorie, wie zuerst Oscar Schmidt, der beste Kenner dieser Thiergruppe, nachgewiesen hat. Kaum irgendwo läßt sich die unbegrenzte Biegsamkeit der Species-Form und ihr Verhältniß zur Anpassung und Vererbung so einleuchtend Schritt für Schritt verfolgen; kaum irgendwo läßt sich die Species so schwer abgrenzen und definiren.

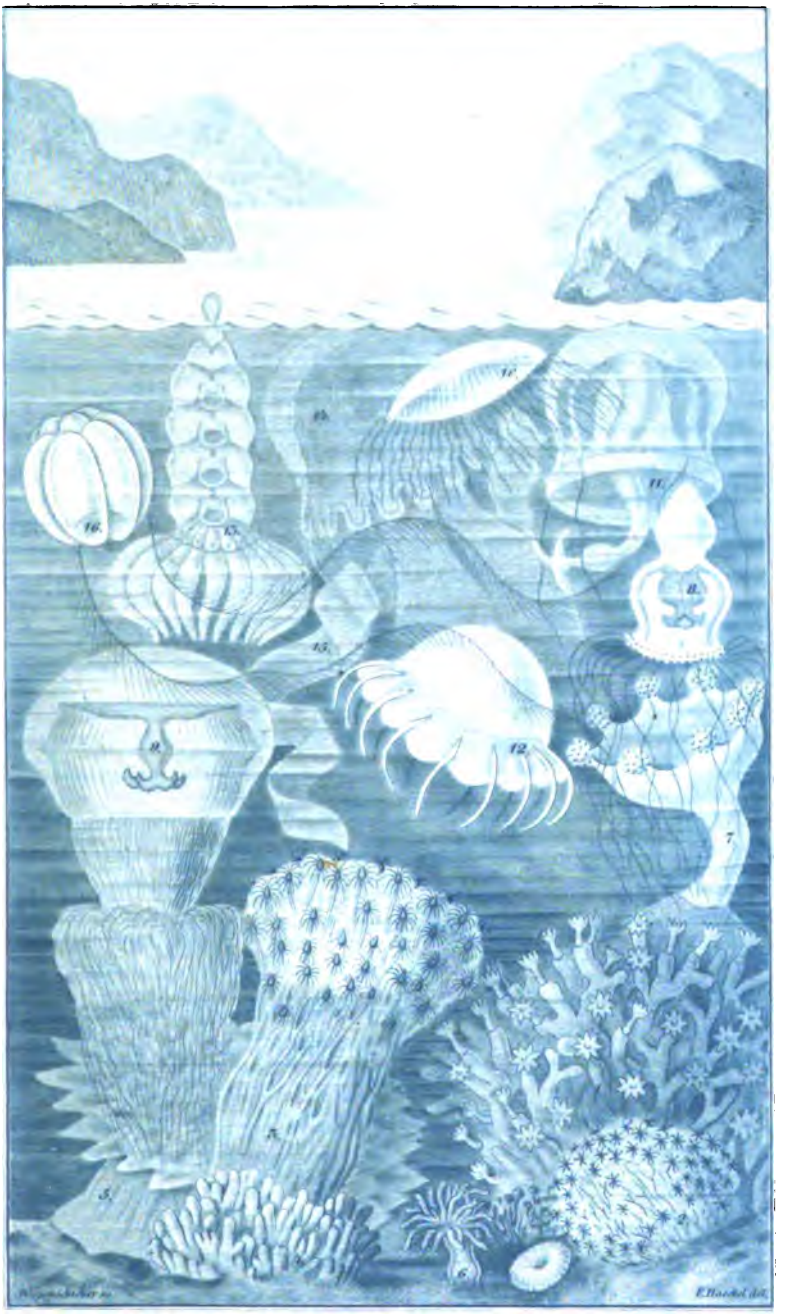
In noch höherem Maße als von der großen Legion der Faserschwämme, gilt dieser Satz von der kleinen, aber höchst interessanten Legion der Kalkschwämme (Calcispongiae), über welche ich 1872 nach sehr eingehenden fünfjährigen Untersuchungen eine ausführliche Monographie veröffentlicht habe [50]). Die sechzig Tafeln Abbildungen, welche diese Monographie begleiten, erläutern die außerordentliche Formbiegsamkeit dieser kleinen Spongien, bei denen man von „guten Arten" im Sinne der gewöhnlichen Systematik überhaupt nicht sprechen kann. Hier giebt es nur schwankende Formen-Reihen, welche ihre Species-Form nicht einmal auf die nächsten Nachkommen rein vererben, sondern durch Anpassung an untergeordnete äußere Existenz-Bedingungen unaufhörlich abändern. Hier kommt es sogar häufig vor, daß aus einem und demselben Stocke verschiedene Arten hervorwachsen, welche in dem üblichen Systeme zu mehreren ganz verschiedenen Gattungen gehören; so z. B. bei der merkwürdigen Ascometra (Taf. XVI, Fig. 10). Die ganze äußere Körper-Gestalt ist bei den Kalkschwämmen noch viel biegsamer und flüssiger als bei den Kieselschwämmen, von denen sie sich durch den Besitz von Kalknadeln unterscheiden, die ein zierliches Skelet bilden. Mit der größ-




E. Haeckel del. Lith. Anst. v. B. Güttich, Jena.

Entwickelungsgeschichte eines Kalkschwammes (Olynthus)

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.


16.
15.
14.
11.
8.
15.
9.
12.
7.
5.
6.
E. Haeckel del.

ten Sicherheit läßt ſich aus der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Kalkſchwämme die gemeinſame Stammform der ganzen Gruppe erkennen, der ſchlauchförmige Olynthus, deſſen Entwickelung auf Taf. XVI dargeſtellt iſt (vergl. deren Erklärung im Anhang). Aus dem Olynthus (Taf. XVI, Fig. 9) hat ſich zunächſt die Stamm-Ordnung der Asconen entwickelt, aus welchen die beiden anderen Ordnungen der Kalkſchwämme, die Leuconen und Syconen, erſt ſpäter als divergirende Zweige hervorgegangen ſind. Innerhalb dieſer Ordnungen läßt ſich wiederum die Deſcendenz der einzelnen Formen Schritt für Schritt verfolgen. So beſtätigen die Kalkſchwämme in jeder Beziehung den ſchon früher von mir ausgeſprochenen Satz: „Die ganze Naturgeſchichte der Spongien iſt eine zuſammenhängende und ſchlagende Beweisführung für Darwin."

Die zweite Hauptklaſſe im Stamme der Pflanzenthiere bilden die Neſſelthiere (Acalephae oder Cnidae). Dieſe formenreiche und intereſſante Thiergruppe ſetzt ſich aus drei verſchiedenen Klaſſen zuſammen, aus den Schirmquallen (Hydromedusae), den Kammquallen (Ctenophora), und den Korallen (Coralla). Als die gemeinſame Stammform der ganzen Gruppe iſt die längſt ausgeſtorbene Archydra zu betrachten, welche in den beiden noch heute lebenden Süßwaſſer-Polypen (Hydra und Cordylophora) zwei nahe Verwandte hinterlaſſen hat. Die Archydra war den einfachſten Spongien-Formen (Archispongia und Olynthus) ſehr nahe verwandt, und unterſchied ſich von ihnen weſentlich wohl nur durch den Beſitz der Neſſelorgane und den Mangel der Hautporen. Aus der Archydra entwickelten ſich zunächſt die verſchiedenen Hydroid-Polypen, von denen einige zu den Stammformen der Korallen, andere zu den Stammformen der Hydromeduſen wurden. Aus einem Zweige der letzteren entwickelten ſich ſpäter die Ctenophoren.

Die Neſſelthiere unterſcheiden ſich von den Schwämmen, mit denen ſie in der charakteriſtiſchen Bildung des ernährenden Kanalſyſtems weſentlich übereinſtimmen, insbeſondere durch den conſtanten Beſitz der Neſſelorgane. Das ſind kleine, mit Gift gefüllte Bläs-

chen, welche in großer Anzahl, meiſt zu vielen Millionen, in der Haut der Neſſelthiere vertheilt ſind, und bei Berührung derſelben hervortreten und ihren Inhalt entleeren. Kleinere Thiere werden dadurch getödtet; bei größeren bringt das Neſſelgift, ganz ähnlich dem Gift unſerer Brennneſſeln, eine leichte Entzündung in der Haut hervor. Bei den prachtvollen blauen Seeblaſen oder Phyſalien wirkt das Gift ſo heftig, daß es den Tod des Menſchen zur Folge haben kann.

Die Klaſſe der Korallen (Coralla) lebt ausſchließlich im Meere und iſt namentlich in den wärmeren Meeren durch eine Fülle von zierlichen und bunten blumenähnlichen Geſtalten vertreten. Sie heißen daher auch Blumenthiere (Anthozoa). Die meiſten ſind auf dem Meeresboden feſtgewachſen und enthalten ein inneres Kalkgerüſte. Viele von ihnen erzeugen durch fortgeſetztes Wachsthum ſo gewaltige Stöcke, daß ihre Kalkgerüſte die Grundlage ganzer Inſeln bilden; ſo die berühmten Korallen-Riffe und Atolle der Südſee, über deren merkwürdige Formen wir erſt durch Darwin[13]) aufgeklärt worden ſind. Die Gegenſtücke oder Antimeren, d. h. die gleichartigen Hauptabſchnitte des Körpers, welche ſtrahlenförmig vertheilt um die mittlere Hauptaxe des Körpers herumſtehen, ſind bei den Korallen bald zu vier, bald zu ſechs, bald zu acht vorhanden. Danach unterſcheiden wir als drei Legionen die vierzähligen (Tetracoralla), die ſechszähligen (Hexacoralla) und die achtzähligen Korallen (Octocoralla). Die vierzähligen Korallen bilden die gemeinſame Stammgruppe der Klaſſe, aus welcher ſich die ſechszähligen und achtzähligen als zwei divergirende Aeſte entwickelt haben.

Die zweite Klaſſe der Neſſelthiere bilden die Schirmquallen (Medusae) oder Polypenquallen (Hydromedusae). Während die Korallen meiſtens pflanzenähnliche Stöcke bilden, die auf dem Meeresboden feſtſitzen, ſchwimmen die Schirmquallen meiſtens in Form gallertiger Glocken frei im Meere umher. Jedoch giebt es auch unter ihnen zahlreiche, namentlich niedere Formen, welche auf dem Meeresboden feſtgewachſen ſind und zierlichen Bäumchen gleichen. Die niederſten und einfachſten Angehörigen dieſe Klaſſe ſind die kleinen

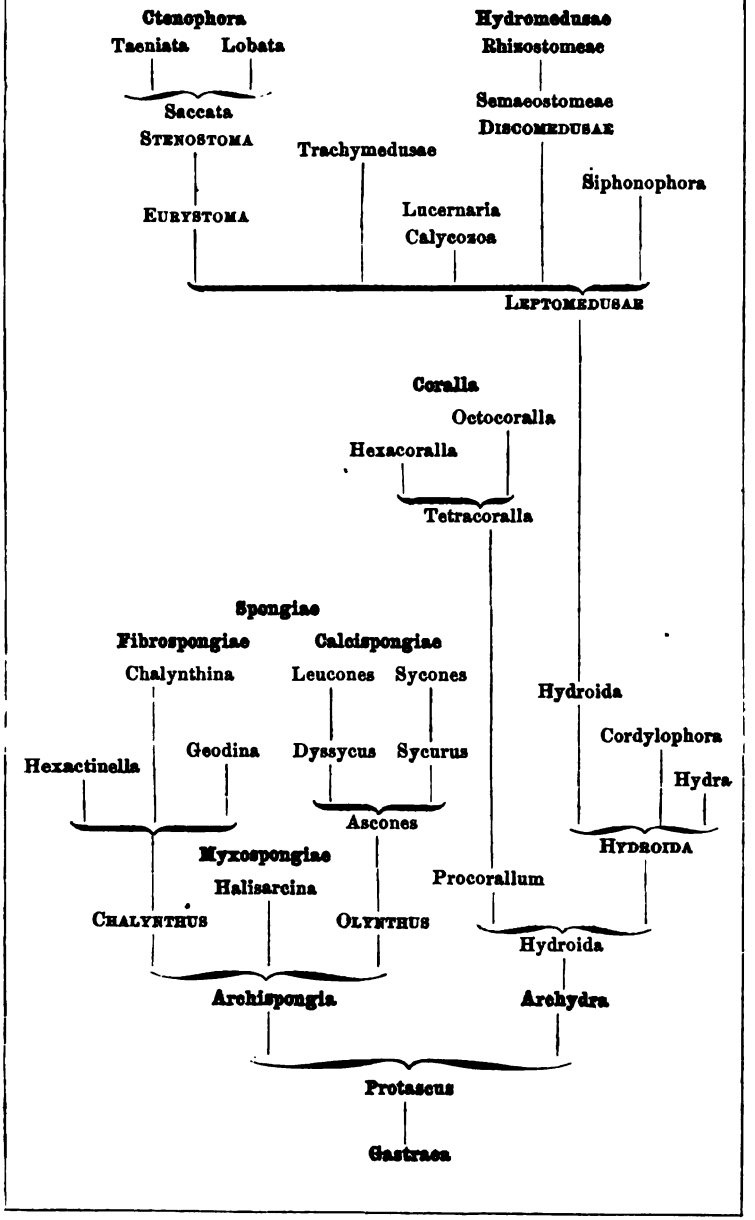
Süßwaſſerpolypen (Hydra und Cordylophora). Wir können ſie als die wenig veränderten Nachkommen jener uralten Urpolypen (Archydrae) anſehen, welche während der Primordialzeit der ganzen Abtheilung der Neſſelthiere den Urſprung gaben. Von der Hydra kaum zu trennen ſind diejenigen feſtſitzenden Hydroidpolypen (Campanularia, Tubularia), welche durch Knospenbildung frei ſchwimmende Meduſen erzeugen, aus deren Eiern wiederum feſtſitzende Polypen entſtehen. Dieſe frei ſchwimmenden Schirmquallen haben meiſtens die Form eines Hutpilzes oder eines Regenſchirms, von deſſen Rand viele zarte und lange Fangfäden herabhängen. Sie gehören zu den ſchönſten und intereſſanteſten Bewohnern des Meeres. Ihre merkwürdige Lebensgeſchichte, insbeſondere der verwickelte Generationswechſel der Polypen und Meduſen, gehört zu den ſtärkſten Zeugniſſen für die Wahrheit der Abſtammungslehre. Denn wie noch jetzt täglich Meduſen aus Hydroiden entſtehen, ſo iſt auch urſprünglich phylogenetiſch die frei ſchwimmende Meduſenform aus der feſtſitzenden Polypenform hervorgegangen. Ebenſo wichtig für die Deſcendenz-Theorie iſt auch die merkwürdige Arbeitstheilung der Individuen, welche namentlich bei den herrlichen Siphonophoren zu einem erſtaunlich hohen Grade entwickelt iſt[87]). (Taf. VII, Fig. 13.)

Aus einem Zweige der Schirmquallen hat ſich wahrſcheinlich die dritte Klaſſe der Neſſelthiere, die eigenthümliche Abtheilung der Kammquallen (Ctenophora) entwickelt. Dieſe Quallen, welche oft auch Rippenquallen oder Gurkenquallen genannt werden, beſitzen einen gurkenförmigen Körper, welcher, gleich dem Körper der meiſten Schirmquallen, kryſtallhell und durchſichtig wie geſchliffenes Glas iſt. Ausgezeichnet ſind die Kammquallen oder Rippenquallen durch ihre eigenthümlichen Bewegungsorgane, nämlich acht Reihen von rudernden Wimperblättchen, die wie acht Rippen von einem Ende der Längsaxe (vom Munde) zum entgegengeſetzten Ende verlaufen. Von den beiden Hauptabtheilungen derſelben haben ſich die Engmündigen (Stenostoma) wohl erſt ſpäter aus den Weitmündigen (Eurystoma) entwickelt. (Vergl. Taf. VII, Fig. 16.)

# Syſtematiſche Ueberſicht

## der 5 Klaſſen und 32 Ordnungen der Pflanzenthiere.

| Klaſſen der Pflanzenthiere | Legionen der Pflanzenthiere | Ordnungen der Pflanzenthiere | Ein Gattungsname als Beiſpiel |
|---|---|---|---|
| I. Urdarmthiere Gastraeada | I. *Gastraeada* Urdarmthiere | 1. Gastraeones | Gastraea |
| | | 2. Protascones | Protascus |
| II Schwämme Spongiae oder Porifera | II. *Myxospongiae* Schleimſchwämme | 3. Archispongina | Archispongia |
| | | 4. Halisarcina | Halisarca |
| | III. *Fibrospongiae* Faſerſchwämme | 5. Chalynthina | Spongilla |
| | | 6. Geodina | Ancorina. |
| | | 7. Hexactinella | Euplectella |
| | IV. *Calcispongiae* Kalkſchwämme | 8. Ascones | Olynthus |
| | | 9. Leucones | Dyssycus |
| | | 10. Sycones | Sycurus |
| III. Korallen Coralla oder Anthozoa | V. *Tetracoralla* Vierzählige | 11. Rugosa | Cyathophyllum |
| | | 12. Paranemata | Cereanthus |
| | VI. *Hexacoralla* Sechszählige | 13. Cauliculata | Antipathes |
| | | 14. Madreporaria | Astraea |
| | | 15. Halirhoda | Actinia |
| | VII. *Octocoralla* Achtzählige | 16. Alcyonida | Lobularia |
| | | 17. Gorgonida | Isis |
| | | 18. Pennatulida | Veretillum |
| IV. Polypenquallen Hydromedusae oder Schirmquallen Medusae | VIII. *Archydrae* Urpolypen | 19. Hydraria | Hydra |
| | IX. *Leptomedusae* Zartquallen | 20. Vesiculata | Sertularia |
| | | 21. Ocellata | Tubularia |
| | | 22. Siphonophora | Physophora |
| | X. *Trachymedusae* Starrquallen | 23. Marsiporchida | Trachynema |
| | | 24. Phyllorchida | Geryonia |
| | | 25. Elasmorchida | Charybdea |
| | XI. *Calycozoa* Haftquallen | 26. Podactinaria | Lucernaria |
| | XII. *Discomedusae* Scheibenquallen | 27. Semaeostomeae | Aurelia |
| | | 28. Rhizostomeae | Crambessa |
| V. Kammquallen Ctenophora | XIII. *Eurystoma* Weitmündige | 29. Beroida | Beroe |
| | XIV. *Stenostoma* Engmündige | 30. Saccata | Cydippe |
| | | 31. Lobata | Eucharis |
| | | 32. Taeniata | Cestum |


Ctenophora
Taeniata
Lobata
Saccata
Stenostoma
Eurystoma
Trachymedusae
Hydromedusae
Rhizostomeae
Semaeostomeae
Discomedusae
Siphonophora
Lucernaria
Calycozoa
Leptomedusae
Coralla
Octocoralla
Hexacoralla
Tetracoralla
Spongiae
Fibrospongiae
Calcispongiae
Chalynthina
Leucones
Sycones
Hexactinella
Geodina
Dyssycus
Sycurus
Ascones
Myxospongiae
Halisarcina
Chalynthus
Olynthus
Archispongia
Hydroida
Cordylophora
Hydra
Hydroida
Procorallum
Hydroida
Archhydra
Protascus
Gastraea

Der dritte Stamm des Thierreichs, das Phylum der Würmer oder Wurmthiere (Vermes oder Helminthes) enthält eine Masse von divergenten Aesten. Diese zahlreichen Aeste haben sich theils zu sehr verschiedenen und ganz selbstständigen Würmerklassen entwickelt, theils aber in die ursprünglichen Wurzelformen der vier höheren Phylen umgebildet. Jedes der letzteren (und ebenso auch den Stamm der Pflanzenthiere) können wir uns bildlich als einen hochstämmigen Baum vorstellen, dessen Stamm uns in seiner Verzweigung die verschiedenen Klassen, Ordnungen, Familien u. s. w. repräsentirt. Das Phylum der Würmer dagegen würden wir uns als einen niedrigen Busch oder Strauch zu denken haben, aus dessen Wurzel eine Masse von selbstständigen Zweigen nach verschiedenen Richtungen hin emporschießen. Aus diesem dicht verzweigten niedrigen Busche, dessen meiste Zweige abgestorben sind, erheben sich vier hohe, viel verzweigte Stämme. Das sind die vier höheren Phylen, die Sternthiere und Gliederthiere, Weichthiere und Wirbelthiere. Nur unten an der Wurzel stehen diese vier Stämme durch die gemeinsame Stammgruppe des Würmerstammes mit einander in entfernter Verbindung.

Die außerordentlichen Schwierigkeiten, welche die Systematik der Würmer schon aus diesem Grunde darbietet, werden nun aber dadurch noch sehr gesteigert, daß wir fast gar keine versteinerten Reste von ihnen besitzen. Die allermeisten Würmer besaßen und besitzen noch heute einen so weichen Leib, daß sie keine charakteristischen Spuren in den neptunischen Erdschichten hinterlassen konnten. Wir sind daher auch hier wieder vorzugsweise auf die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie angewiesen, wenn wir den äußerst schwierigen Versuch unternehmen wollen, in das Dunkel des Würmer-Stammbaums einige hypothetische Streiflichter fallen zu lassen. Ich will jedoch ausdrücklich hervorheben, daß diese Skizze, wie alle ähnlichen Versuche, nur einen ganz provisorischen Werth besitzt.

Die zahlreichen Klassen, welche man im Stamme der Würmer unterscheiden kann, und welche fast jeder Zoologe in anderer Weise nach seinen subjektiven Anschauungen gruppirt und umschreibt, zerfal-

len zunächſt in zwei weſentlich verſchiedene Gruppen oder Hauptklaſſen, welche ich (in meiner Monographie der Kalkſchwämme[50]) als Acoelomen und Coelomaten unterſchieden habe. Alle die niederen Würmer nämlich, welche man in der Klaſſe der Plattwürmer (Plathelminthes) zuſammenfaßt (die Strudelwürmer, Saugwürmer, Bandwürmer) unterſcheiden ſich ſehr auffallend von den übrigen Würmern dadurch, daß ſie noch gar kein Blut und keine Leibeshöhle (kein Coelom) beſitzen. Wir nennen ſie deshalb Acoelomi. Die wahre Leibeshöhle oder das Coelom fehlt ihnen noch eben ſo vollſtändig, wie den ſämmtlichen Pflanzenthieren; ſie ſchließen ſich in dieſer wichtigen Beziehung unmittelbar an letztere an. Hingegen beſitzen alle übrigen Würmer (gleich den vier höheren Thierſtämmen) eine wahre Leibeshöhle und ein damit zuſammenhängendes Blutgefäß-Syſtem, mit Blut gefüllt; wir faſſen ſie daher als Coelomati zuſammen.

Die Hauptabtheilung der blutloſen Würmer (Acoelomi) enthält nach unſerer phylogenetiſchen Auffaſſung außer den heute noch lebenden Plattwürmern auch die unbekannten ausgeſtorbenen Stammformen des ganzen Würmerſtammes, welche wir Urwürmer (Archelminthes) nennen wollen. Der Typus dieſer Urwürmer, die uralte Prothelmis, läßt ſich unmittelbar von der Gaſträa ableiten (S. 449). Noch heute kehrt die Gaſtrula-Form, das getreue hiſtoriſche Porträt der Gaſträa, als vorübergehende Larvenform in der Ontogeneſe der verſchiedenſten Würmer wieder. Unter den heute noch lebenden Würmern ſtehen den Urwürmern am nächſten die flimmernden Strudelwürmer (Turbellaria), die Stammgruppe der heutigen Plattwürmer (Plathelminthes). Aus den frei im Waſſer lebenden Strudelwürmern ſind durch Anpaſſung an paraſitiſche Lebensweiſe die ſchmarotzenden Saugwürmer (Trematoda) entſtanden, und aus dieſen durch noch weiter gehenden Paraſitismus und ſtärkere Rückbildung die Bandwürmer (Cestoda).

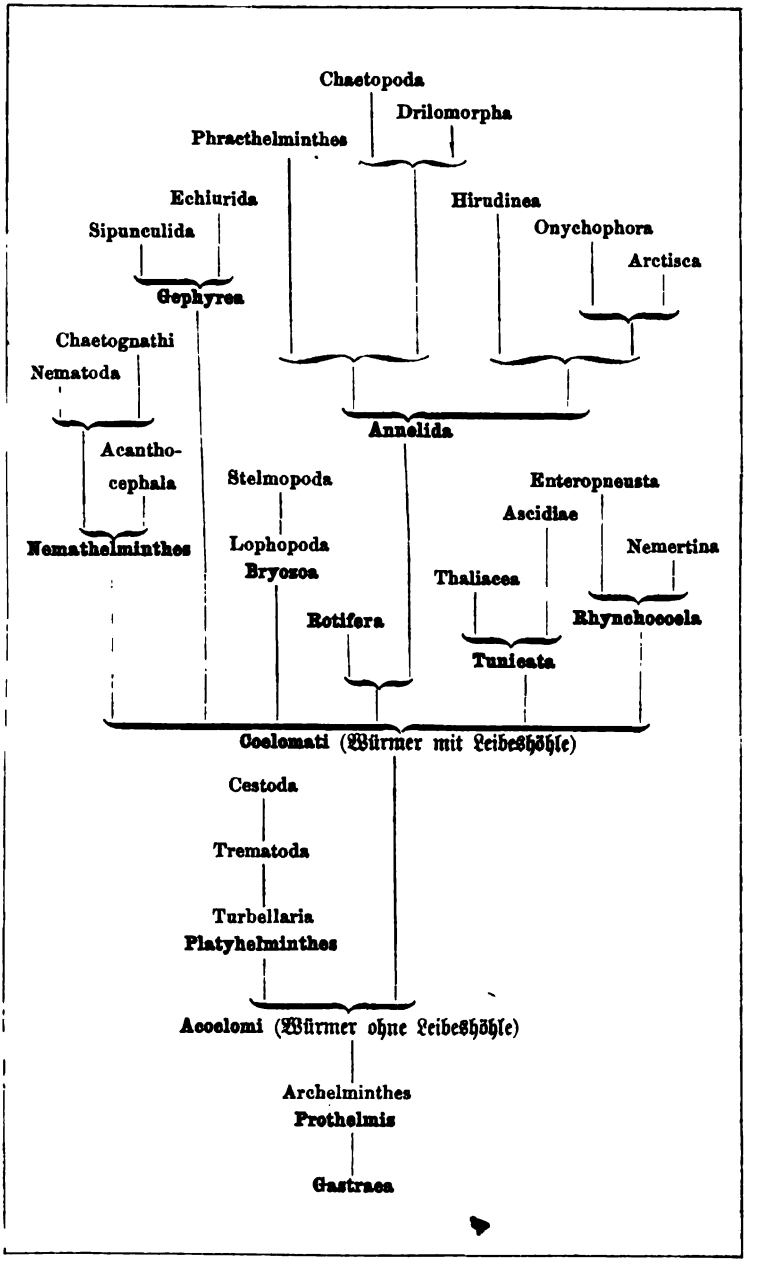
Aus einem Zweige der Acoelomen hat ſich die zweite Hauptabtheilung des Würmerſtammes entwickelt, die Würmer mit Blut und mit Leibeshöhle (Coelomati): ſieben verſchiedene Klaſſen.

# Syſtematiſche Ueberſicht

der 8 Klaſſen und 22 Ordnungen des Würmerſtammes.

(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXVII—LXXV.)

| Klaſſen des Würmerſtammes | Ordnungen des Würmerſtammes | Syſtematiſcher Name der Würmerordnungen | Ein Gattungsname als Beiſpiel |
|---|---|---|---|
| 1. Plattwürmer *Plathelminthes* | 1. Urwürmer | 1. Archelminthes | Prothelmis |
| | 2. Strudelwürmer | 2. Turbellaria | Planaria |
| | 3. Saugwürmer | 3. Trematoda | Distoma |
| | 4. Bandwürmer | 4. Cestoda | Taenia |
| 2. Rundwürmer *Nemathelminthes* | 5. Pfeilwürmer | 5. Chaetognathi | Sagitta |
| | 6. Fadenwürmer | 6. Nematoda | Trichina |
| | 7. Kratzwürmer | 7. Acanthocephala | Echinorhynchus |
| 3. Mosthiere *Bryozoa* | 8. Armwirbler | 8. Lophopoda | Alcyonella |
| | 9. Kreiswirbler | 9. Stelmopoda | Retepora |
| 4. Manteltiere *Tunicata* | 10. Seeſcheiden | 10. Ascidiae | Phallusia |
| | 11. Seetonnen | 11. Thaliaceae | Salpa |
| 5. Rüſſelwürmer *Rhynchocoela* | 12. Eichelwürmer | 12. Enteropneusta | Balanoglossus |
| | 13. Schnurwürmer | 13. Nemertina | Borlasia |
| 6. Sternwürmer *Gephyrea* | 14. Borſtenloſe Sternwürmer | 14. Sipunculida | Sipunculus |
| | 15. Borſtentragende Sternwürmer | 15. Echiurida | Echiurus |
| 7. Räderthiere *Rotifera* | 16. Räderwürmer | 16. Rotatoria | Hydatina |
| 8. Ringelwürmer *Annelida* | 17. Bärwürmer | 17. Arctisca | Macrobiotus |
| | 18. Krallenwürmer | 18. Onychophora | Peripatus |
| | 19. Egel | 19. Hirudinea | Hirudo |
| | 20. Kahlwürmer | 20. Drilomorpha | Lumbricus |
| | 21. Panzerwürmer | 21. Phracthelminthes | Crossopodia |
| | 22. Borſtenwürmer | 22. Chaetopoda | Aphrodite |

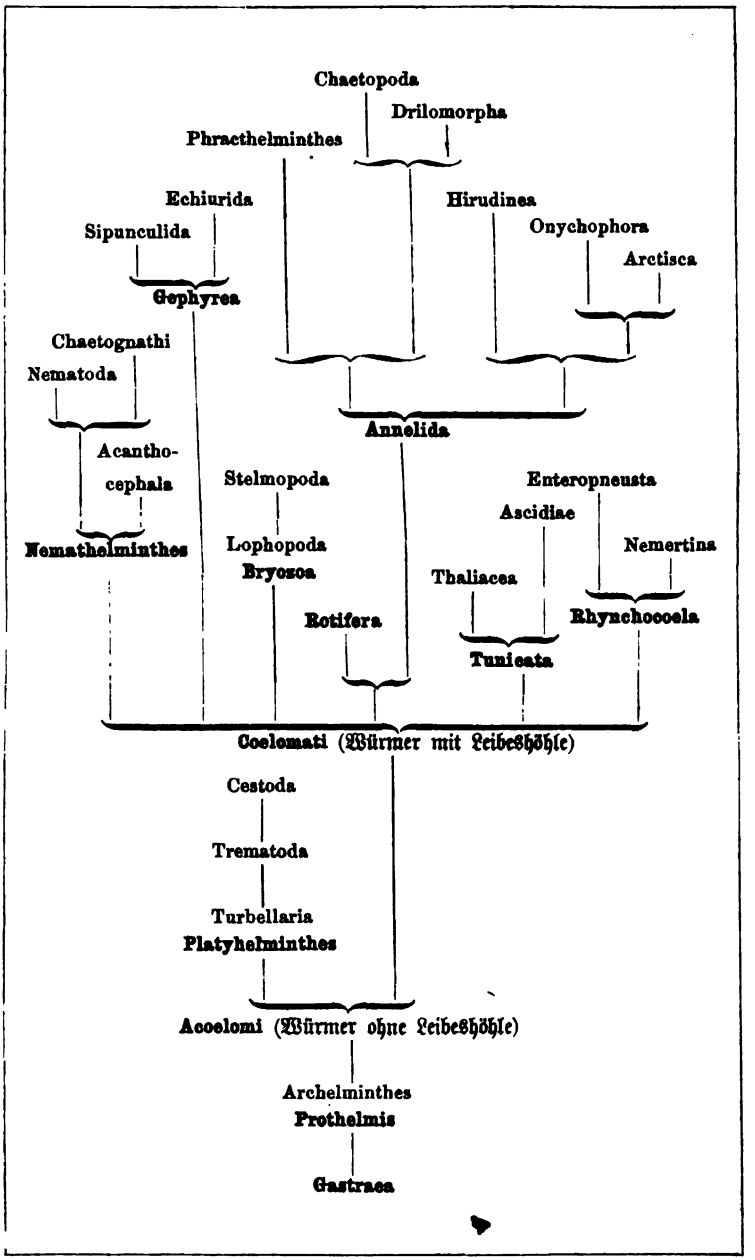

Chaetopoda
Drilomorpha
Phracthelminthes
Echiurida
Sipunculida
Gephyrea
Hirudinea
Onychophora
Arctisca
Chaetognathi
Nematoda
Annelida
Acantho-
cephala
Nemathelminthes
Stelmopoda
Lophopoda
Bryozoa
Rotifera
Enteropneusta
Ascidiae
Thaliacea
Tunicata
Nemertina
Rhynchocoela
Coelomati (Würmer mit Leibeshöhle)
Cestoda
Trematoda
Turbellaria
Platyhelminthes
Acoelomi (Würmer ohne Leibeshöhle)
Archelminthes
Prothelmis
Gastraea

## Syſtematiſche Ueberſicht

der 8 Klaſſen und 22 Ordnungen des Würmerſtammes.

(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXVII—LXXV.)

| Klaſſen des Würmerſtammes | Ordnungen des Würmerſtammes | Syſtematiſcher Name der Würmerordnungen | Ein Gattungsname als Beiſpiel |
|---|---|---|---|
| 1. Plattwürmer *Plathelminthes* | 1. Urwürmer | 1. Archelminthes | Prothelmis |
| | 2. Strudelwürmer | 2. Turbellaria | Planaria |
| | 3. Saugwürmer | 3. Trematoda | Distoma |
| | 4. Bandwürmer | 4. Cestoda | Taenia |
| 2. Rundwürmer *Nemathelminthes* | 5. Pfeilwürmer | 5. Chaetognathi | Sagitta |
| | 6. Fadenwürmer | 6. Nematoda | Trichina |
| | 7. Kratzwürmer | 7. Acanthocephala | Echinorhynchus |
| 3. Mosthiere *Bryozoa* | 8. Armwirbler | 8. Lophopoda | Alcyonella |
| | 9. Kreiswirbler | 9. Stelmopoda | Retepora |
| 4. Manteltiere *Tunicata* | 10. Seeſcheiden | 10. Ascidiae | Phallusia |
| | 11. Seetonnen | 11. Thaliaceae | Salpa |
| 5. Rüſſelwürmer *Rhynchocoela* | 12. Eichelwürmer | 12. Enteropneusta | Balanoglossus |
| | 13. Schnurwürmer | 13. Nemertina | Borlasia |
| 6. Sternwürmer *Gephyrea* | 14. Borſtenloſe Sternwürmer | 14. Sipunculida | Sipunculus |
| | 15. Borſtentragende Sternwürmer | 15. Echiurida | Echiurus |
| 7. Räderthiere *Rotifera* | 16. Räderwürmer | 16. Rotatoria | Hydatina |
| 8. Ringelwürmer *Annelida* | 17. Bärwürmer | 17. Arctisca | Macrobiotus |
| | 18. Krallenwürmer | 18. Onychophora | Peripatus |
| | 19. Egel | 19. Hirudinea | Hirudo |
| | 20. Kahlwürmer | 20. Drilomorpha | Lumbricus |
| | 21. Panzerwürmer | 21. Phracthelminthes | Crossopodia |
| | 22. Borſtenwürmer | 22. Chaetopoda | Aphrodite |


Chaetopoda
Drilomorpha
Phracthelminthes
Echiurida
Sipunculida
Gephyrea
Hirudinea
Onychophora
Arctisca
Chaetognathi
Nematoda
Annelida
Acantho-
cephala
Nemathelminthes
Stelmopoda
Lophopoda
Bryozoa
Rotifera
Enteropneusta
Ascidiae
Thaliacea
Tunicata
Nemertina
Rhynchocoela
Coelomati (Würmer mit Leibeshöhle)
Cestoda
Trematoda
Turbellaria
Platyhelminthes
Acoelomi (Würmer ohne Leibeshöhle)
Archelminthes
Prothelmis
Gastraea

Wie man sich die dunkle Phylogenie der sieben Coelomaten-Klassen annähernd etwa vorstellen kann, zeigt der Stammbaum auf Seite 465. Wir wollen diese Klassen hier nur ganz kurz namhaft machen, da ihre Verwandtschaft und Abstammung uns heutzutage noch sehr verwickelt und unbekannt erscheint. Erst zahlreichere und genauere Untersuchungen über die Ontogenese der verschiedenen Coelomaten werden uns künftig einmal auch über ihre Phylogenese aufklären.

Die Rundwürmer (Nemathelminthes), die wir als erste Klasse unter den Coelomaten aufführen, und die sich durch ihre drehrunde cylindrische Gestalt auszeichnen, enthalten zum größten Theile parasitische Würmer, welche im Innern anderer Thiere leben. Von menschlichen Parasiten gehören dahin namentlich die berühmten Trichinen, die Spulwürmer, Peitschenwürmer u. s. w. An die Rundwürmer schließen sich die nur im Meere lebenden Sternwürmer (Gephyrea) an, und an diese die umfangreiche Klasse der Ringelwürmer (Annelida). Zu diesen letzteren, deren langgestreckter Körper aus vielen gleichartigen Gliedern zusammengesetzt ist, gehören die Blutegel (Hirudinea), die Regenwürmer (Lumbricina) und die große Masse der marinen Borstenwürmer (Chaetopoda). Ihnen sehr nahe stehen die Rüsselwürmer (Rhynchocoela) und die mikroskopisch kleinen Räderthiere (Rotifera). Den Ringelwürmern nächst verwandt waren jedenfalls auch die unbekannten ausgestorbenen Stammformen der Sternthiere und der Gliederthiere. Hingegen haben wir die Stammformen der Weichthiere wahrscheinlich in ausgestorbenen Würmern zu suchen, welche den heutigen Mosthieren (Bryozoa) nahe standen, und die Stammformen der Wirbelthiere in unbekannten Coelomaten, deren nächste Verwandte in der Gegenwart die Manteltiere, insbesondere die Ascidien, sind.

Zu den merkwürdigsten Thieren gehört die Würmer-Klasse der Manteltiere (Tunicata). Sie leben alle im Meere, wo die einen (die Seescheiden oder Ascidien) auf dem Boden festsitzen, die anderen (die Seetonnen oder Thaliaceen) frei umherschwimmen. Bei allen besitzt der ungegliederte Körper die Gestalt eines einfachen tonnenför-

migen Sackes, welcher von einem dicken knorpelähnlichen Mantel eng umschlossen ist. Dieser Mantel besteht aus derselben stickstofflosen Kohlenstoffverbindung, welche im Pflanzenreich als „Cellulose" eine so große Rolle spielt und den größten Theil der pflanzlichen Zellmembranen und somit auch des Holzes bildet. Gewöhnlich besitzt der tonnenförmige Körper keinerlei äußere Anhänge. Niemand würde darin irgend eine Spur von Verwandtschaft mit den hoch differenzirten Wirbelthieren erkennen. Und doch kann diese nicht mehr zweifelhaft sein, seitdem im Jahre 1867 die Untersuchungen von Kowalevski darüber plötzlich ein höchst überraschendes und merkwürdiges Licht verbreitet haben. Aus diesen hat sich nämlich ergeben, daß die individuelle Entwickelung der festsitzenden einfachen Seescheiden (Ascidia, Phallusia) in den wichtigsten Beziehungen mit derjenigen des niedersten Wirbelthieres, des Lanzetthieres (Amphioxus lanceolatus) übereinstimmt. Insbesondere besitzen die Jugendzustände der Asciden die Anlage des Rückenmarks und des darunter gelegenen Rückenstrangs (Chorda dorsalis), d. h. der beiden wichtigsten und am meisten charakteristischen Organe des Wirbelthierkörpers. Unter allen uns bekannten wirbellosen Thieren besitzen demnach die Manteltiere zweifelsohne die nächste Blutsverwandtschaft mit den Wirbelthieren, und sind als nächste Verwandte der Chordathiere (Chordonia) zu betrachten, d. h. derjenigen Würmer, aus denen sich dieser letztere Stamm entwickelt hat. (Vergl. Taf. X und XI.)

Während so verschiedene Coelomaten-Zweige des vielgestaltigen Würmer-Stammes uns mehrfache genealogische Anknüpfungspunkte an die vier höheren Thierstämme bieten und wichtige phylogenetische Andeutungen über deren Ursprung geben, zeigen anderseits die niederen acoelomen Würmer nahe Verwandtschafts-Beziehungen zu den Pflanzenthieren und zu den Urthieren. Auf dieser eigenthümlichen Mittelstellung beruht das hohe phylogenetische Interesse des Würmer-Stammes.

---

# Neunzehnter Vortrag.

## Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.

## II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere.

---

Stamm der Weichthiere oder Mollusken. Vier Klaſſen der Weichthiere: Taſcheln (Spirobranchien). Muſcheln (Lamellibranchien). Schnecken (Cochliden). Kracken (Cephalopoden). Stamm der Sternthiere oder Echinodermen. Abſtammung derſelben von den gegliederten Würmern (Panzerwürmern oder Phraktheſminthen). Generationswechſel der Echinodermen. Vier Klaſſen der Sternthiere: Seeſterne (Aſteriden). Seelilien (Crinoiden). Seeigel (Echiniden). Seegurken (Holothurien). Stamm der Gliederthiere oder Arthropoden. Vier Klaſſen der Gliederthiere. Kiemenathmende Gliederthiere oder Cruſtaceen (Gliederkrebſe. Panzerkrebſe). Luftröhrenathmende Gliederthiere oder Tracheaten. Spinnen (Streckſpinnen, Rundſpinnen). Tauſendfüßer. Inſekten. Kauende und ſaugende Inſekten. Stammbaum und Geſchichte der acht Inſekten-Ordnungen.

Meine Herren! Die großen natürlichen Hauptgruppen des Thierreichs, welche wir als Stämme oder Phylen unterſchieden haben (die „Typen“ von Bär und Cuvier) ſind nicht alle von gleicher ſyſtematiſcher Bedeutung für unſere Phylogenie oder Stammesgeſchichte. Dieſelben laſſen ſich weder in eine einzige Stufenreihe über einander ordnen, noch als ganz unabhängige Phylen, noch als gleichwerthige Zweige eines einzigen Stammbaums betrachten. Vielmehr ſtellt ſich, wie wir im letzten Vortrage geſehen haben, der Stamm der Urthiere als die gemeinſame Wurzelgruppe des ganzen Thierreichs heraus.

Aus einem Zweige der Urthiere haben ſich die Gaſträaden, und aus dieſen haben ſich dann weiterhin als zwei divergente Aeſte einerſeits die Pflanzenthiere, anderſeits die Würmer entwickelt. Den vielgeſtaltigen und weitverzweigten Stamm der Würmer müſſen wir aber wiederum als die gemeinſame Stammgruppe betrachten, aus welcher (an ganz verſchiedenen Zweigen) die übrigen Stämme, die vier höheren Phylen des Thierreichs, hervorgeſproßt ſind (vergl. den Stammbaum S. 449).

Laſſen Sie uns nun einen genealogiſchen Blick auf dieſe vier höheren Thierſtämme werfen und verſuchen, ob wir nicht ſchon jetzt die wichtigſten Grundzüge ihres Stammbaums zu erkennen im Stande ſind. Wenn auch dieſer Verſuch noch ſehr unvollkommen ausfällt, ſo werden wir damit doch wenigſtens einen erſten Anfang gemacht und den Weg für ſpätere eingehendere Verſuche geebnet haben.

Welche Reihenfolge wir bei Betrachtung der vier höheren Stämme des Thierreichs einſchlagen, iſt an ſich ganz gleichgültig. Denn unter ſich haben dieſe vier Phylen gar keine näheren verwandtſchaftlichen Beziehungen, und haben ſich vielmehr von ganz verſchiedenen Aeſten der Würmergruppe abgezweigt (S. 447). Als den unvollkommenſten, am tiefſten ſtehenden von dieſen Stämmen, wenigſtens in Bezug auf die morphologiſche Ausbildung, kann man den Stamm der Weichthiere (Mollusca) betrachten. Nirgends begegnen wir hier der charakteriſtiſchen Gliederung (Articulation oder Metamerenbildung) des Körpers, welche ſchon die Ringelwürmer auszeichnet, und welche bei den übrigen drei Stämmen, den Sternthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren, die weſentlichſte Urſache der höheren Formentwickelung, Differenzirung und Vervollkommnung wird. Vielmehr ſtellt bei allen Weichthieren, bei allen Muſcheln, Schnecken u. ſ. w. der ganze Körper einen einfachen ungegliederten Sack dar, in deſſen Höhle die Eingeweide liegen. Das Nervenſyſtem beſteht aus mehreren einzelnen (gewöhnlich drei), nur locker mit einander verbundenen Knotenpaaren, und nicht aus einem gegliederten Strang. Aus dieſen und vielen anderen anatomiſchen Gründen halte ich den Weich-

# Neunzehnter Vortrag.

## Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
## II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere.

---

Stamm der Weichthiere oder Mollusken. Vier Klaſſen der Weichthiere: Taſcheln (Spirobranchien). Muſcheln (Lamellibranchien). Schnecken (Cochliden). Kracken (Cephalopoden). Stamm der Sternthiere oder Echinodermen. Abſtammung derſelben von den gegliederten Würmern (Panzerwürmern oder Phrakthelminthen). Generationswechſel der Echinodermen. Vier Klaſſen der Sternthiere: Seeſterne (Aſteriden). Seelilien (Crinoiden). Seeigel (Echiniden). Seegurken (Holothurien). Stamm der Gliederthiere oder Arthropoden. Vier Klaſſen der Gliederthiere. Kiemenathmende Gliederthiere oder Cruſtaceen (Gliederkrebſe. Panzerkrebſe). Luftröhrenathmende Gliederthiere oder Tracheaten. Spinnen (Streckſpinnen, Rundſpinnen). Tauſendfüßer. Inſekten. Kauende und ſaugende Inſekten. Stammbaum und Geſchichte der acht Inſekten-Ordnungen.

Meine Herren! Die großen natürlichen Hauptgruppen des Thierreichs, welche wir als Stämme oder Phylen unterſchieden haben (die „Typen" von Bär und Cuvier) ſind nicht alle von gleicher ſyſtematiſcher Bedeutung für unſere Phylogenie oder Stammesgeſchichte. Dieſelben laſſen ſich weder in eine einzige Stufenreihe über einander ordnen, noch als ganz unabhängige Phylen, noch als gleichwerthige Zweige eines einzigen Stammbaums betrachten. Vielmehr ſtellt ſich, wie wir im letzten Vortrage geſehen haben, der Stamm der Urthiere als die gemeinſame Wurzelgruppe des ganzen Thierreichs heraus.

Aus einem Zweige der Urthiere haben ſich die Gaſträaden, und aus dieſen haben ſich dann weiterhin als zwei divergente Aeſte einerſeits die Pflanzenthiere, anderſeits die Würmer entwickelt. Den vielgeſtaltigen und weitverzweigten Stamm der Würmer müſſen wir aber wiederum als die gemeinſame Stammgruppe betrachten, aus welcher (an ganz verſchiedenen Zweigen) die übrigen Stämme, die vier höheren Phylen des Thierreichs, hervorgeſproßt ſind (vergl. den Stammbaum S. 449).

Laſſen Sie uns nun einen genealogiſchen Blick auf dieſe vier höheren Thierſtämme werfen und verſuchen, ob wir nicht ſchon jetzt die wichtigſten Grundzüge ihres Stammbaums zu erkennen im Stande ſind. Wenn auch dieſer Verſuch noch ſehr unvollkommen ausfällt, ſo werden wir damit doch wenigſtens einen erſten Anfang gemacht und den Weg für ſpätere eingehendere Verſuche geebnet haben.

Welche Reihenfolge wir bei Betrachtung der vier höheren Stämme des Thierreichs einſchlagen, iſt an ſich ganz gleichgültig. Denn unter ſich haben dieſe vier Phylen gar keine näheren verwandtſchaftlichen Beziehungen, und haben ſich vielmehr von ganz verſchiedenen Aeſten der Würmergruppe abgezweigt (S. 447). Als den unvollkommenſten, am tiefſten ſtehenden von dieſen Stämmen, wenigſtens in Bezug auf die morphologiſche Ausbildung, kann man den Stamm der Weichthiere (Mollusca) betrachten. Nirgends begegnen wir hier der charakteriſtiſchen Gliederung (Articulation oder Metamerenbildung) des Körpers, welche ſchon die Ringelwürmer auszeichnet, und welche bei den übrigen drei Stämmen, den Sternthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren, die weſentlichſte Urſache der höheren Formentwickelung, Differenzirung und Vervollkommnung wird. Vielmehr ſtellt bei allen Weichthieren, bei allen Muſcheln, Schnecken u. ſ. w. der ganze Körper einen einfachen ungegliederten Sack dar, in deſſen Höhle die Eingeweide liegen. Das Nervenſyſtem beſteht aus mehreren einzelnen (gewöhnlich drei), nur locker mit einander verbundenen Knotenpaaren, und nicht aus einem gegliederten Strang. Aus dieſen und vielen anderen anatomiſchen Gründen halte ich den Weich-

thierstamm (trotz der höheren physiologischen Ausbildung seiner vollkommensten Formen) für den morphologisch niedersten unter den vier höheren Thierstämmen.

Wenn wir die Mosthiere und Manteltiere, die bisher gewöhnlich mit dem Weichthierstamm vereinigt wurden, aus den angeführten Gründen ausschließen, so behalten wir als echte Mollusken folgende vier Klassen: die Taschen, Muscheln, Schnecken und Kracken. Die beiden niederen Molluskenklassen, Taschen und Muscheln, besitzen weder Kopf noch Zähne, und man kann sie daher als Kopflose (Acephala) oder Zahnlose (Anodontoda) in einer Hauptklasse vereinigen. Diese Hauptklasse wird auch häufig als die der Schalthiere (Conchifera) oder Zweiklappigen (Bivalva) bezeichnet, weil alle Mitglieder derselben eine zweiklappige Kalkschale besitzen. Diesen gegenüber kann man die beiden höheren Weichthierklassen, Schnecken und Kracken, als Kopfträger (Cephalophora) oder Zahnträger (Odontophora) in einer zweiten Hauptklasse zusammenfassen, weil sowohl Kopf als Zähne bei ihnen ausgebildet sind.

Bei der großen Mehrzahl der Weichthiere ist der weiche sackförmige Körper von einer Kalkschale oder einem Kalkgehäuse geschützt, welches bei den Kopflosen (Taschen und Muscheln) aus zwei Klappen, bei den Kopfträgern dagegen (Schnecken und Kracken) aus einer meist gewundenen Röhre (dem sogenannten „Schneckenhaus") besteht. Trotzdem diese harten Skelete massenhaft in allen neptunischen Schichten sich versteinert finden, sagen uns dieselben dennoch nur sehr wenig über die geschichtliche Entwickelung des Stammes aus. Denn diese fällt größtentheils in die Primordialzeit. Selbst schon in den silurischen Schichten finden wir alle vier Klassen der Weichthiere neben einander versteinert vor, und dies beweist deutlich, in Uebereinstimmung mit vielen anderen Zeugnissen, daß der Weichthierstamm damals schon eine mächtige Ausbildung erreicht hatte, als die höheren Stämme, namentlich Gliederthiere und Wirbelthiere, kaum über den Beginn ihrer historischen Entwickelung hinaus waren. In den darauf folgenden Zeitaltern, besonders zunächst im primären und weiter-

hin im ſekundären Zeitraum, dehnten ſich dieſe höheren Stämme mehr und mehr auf Koſten der Mollusken und Würmer aus, welche ihnen im Kampfe um das Daſein nicht gewachſen waren, und dem entſprechend mehr und mehr abnahmen. Die jetzt noch lebenden Weichthiere und Würmer ſind nur als ein verhältnißmäßig ſchwacher Reſt von der mächtigen Fauna zu betrachten, welche in primordialer und primärer Zeit über die anderen Stämme ganz überwiegend herrſchte. (Vergl. Taf. VI, S. 440, nebſt Erklärung im Anhang.)

In keinem Thierſtamm zeigt ſich deutlicher, als in dem der Mollusken, wie verſchieden der Werth iſt, welchen die Verſteinerungen für die Geologie und für die Phylogenie beſitzen. Für die Geologie ſind die verſchiedenen Arten der verſteinerten Weichthierſchalen von der größten Bedeutung, weil dieſelben als „Leitmuſcheln" vortreffliche Dienſte zur Charakteriſtik der verſchiedenen Schichtengruppen und ihres relativen Alters leiſten. Für die Genealogie der Mollusken dagegen beſitzen ſie nur ſehr geringen Werth, weil ſie einerſeits Körpertheile von ganz untergeordneter morphologiſcher Bedeutung ſind, und weil andererſeits die eigentliche Entwickelung des Stammes in die ältere Primordialzeit fällt, aus welcher uns keine deutlichen Verſteinerungen erhalten ſind. Wenn wir daher den Stammbaum der Mollusken konſtruiren wollen, ſo ſind wir vorzugsweiſe auf die Urkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie angewieſen, aus denen ſich etwa Folgendes ergiebt. (Gen. Morph. II, Taf. VI, S. CII bis CXVI.)

Von den vier uns bekannten Klaſſen der echten Weichthiere ſtehen auf der niederſten Stufe die in der Tiefe des Meeres feſtgewachſenen Taſcheln oder Spiralkiemer (Spirobranchia), oft auch unpaſſend als Armfüßer (Brachiopoda) bezeichnet. Von dieſer Klaſſe leben gegenwärtig nur noch wenige Formen, einige Arten von Lingula, Terebratula und Verwandte; ſchwache Ueberbleibſel von der mächtigen und formenreichen Gruppe, welche die Taſcheln in älteren Zeiten der Erdgeſchichte darſtellten. In der Silurzeit bildeten ſie die Hauptmaſſe des ganzen Weichthierſtammes. Aus der Uebereinſtimmung, welche

in mancher Beziehung ihre Jugendzuſtände mit denjenigen der Moosthiere darbieten, hat man geſchloſſen, daß ſie ſich aus Würmern entwickelt haben, welche dieſer Klaſſe nahe ſtanden. Von den beiden Unterklaſſen der Taſcheln ſind die Angelloſen (Ecardines) als die niederen und unvollkommneren, die Angelſchaligen (Testicardines) als die höheren und weiter entwickelten Taſcheln zu betrachten.

Der anatomiſche Abſtand zwiſchen den Taſcheln und den drei übrigen Weichthier-Klaſſen iſt ſo beträchtlich, daß man die letzteren als Otocardier den erſteren gegenüberſtellen kann. Die Otocardier haben alle ein Herz mit Kammer und Vorkammer, während den Taſcheln die Vorkammer fehlt. Auch iſt das Centralnervenſyſtem nur bei den erſteren, nicht bei den letzteren, in Geſtalt eines vollſtändigen Schlundringes entwickelt. Es laſſen ſich daher die vier Mollusken-Klaſſen folgendermaßen gruppiren:

| | | |
|---|---|---|
| I. Weichthiere ohne Kopf Acephala | 1. Taſcheln (Spirobranchia) | I. Haplocardia (mit einfachem Herzen) |
| | 2. Muſcheln (Lamellibranchia) | II. Otocardia (mit Kammer und Vorkammer am Herzen) |
| II. Weichthiere mit Kopf Cephalophora | 3. Schnecken (Cochlides) | |
| | 4. Kraken (Cephalopoda) | |

Für die Stammesgeſchichte der Mollusken ergiebt ſich hieraus, was auch die Paläontologie beſtätigt, daß die Taſcheln den uralten Wurzeln des ganzen Molluskenſtammes viel näher ſtehen, als die Otocardier. Aus Mollusken, welche den Taſcheln nahe verwandt waren, haben ſich wahrſcheinlich als zwei divergente Zweige die Muſcheln und Schnecken entwickelt.

Die Muſcheln oder Blattkiemer (Lamellibranchia oder Phyllobranchia) beſitzen eine zweiklappige Schale wie die Taſcheln. Während aber bei den letzteren die eine Schalenklappe den Rücken, die andere den Bauch der Taſchel deckt, ſitzen bei den Muſcheln die beiden Klappen ſymmetriſch auf der rechten und linken Seite des

Körpers. Die meiſten Muſchelthiere leben im Meere, nur wenige im ſüßen Waſſer. Die Klaſſe zerfällt in zwei Unterklaſſen, Aſiphonien und Siphoniaten, von denen ſich die letzteren erſt ſpäter aus den erſteren entwickelt haben. Zu den Aſiphonien gehören die Auſtern, Perlmuttermuſcheln und Teichmuſcheln, zu den Siphoniaten, die ſich durch eine Athemröhre auszeichnen, die Venusmuſcheln, Meſſermuſcheln und Bohrmuſcheln.

Aus den kopfloſen und zahnloſen Weichthieren ſcheinen ſich erſt ſpäter die höheren Mollusken entwickelt zu haben, welche ſich durch die deutliche Ausbildung eines Kopfes und namentlich durch ein eigenthümliches Gebiß vor jenen auszeichnen. Die Zunge trägt hier eine beſondere Platte, welche mit ſehr zahlreichen Zähnen bewaffnet iſt. Bei unſerer gemeinen Weinbergsſchnecke (Helix pomatia) beträgt die Zahl dieſer Zähne 21,000 und bei der großen Gartenſchnecke (Limax maximus) ſogar 26,000.

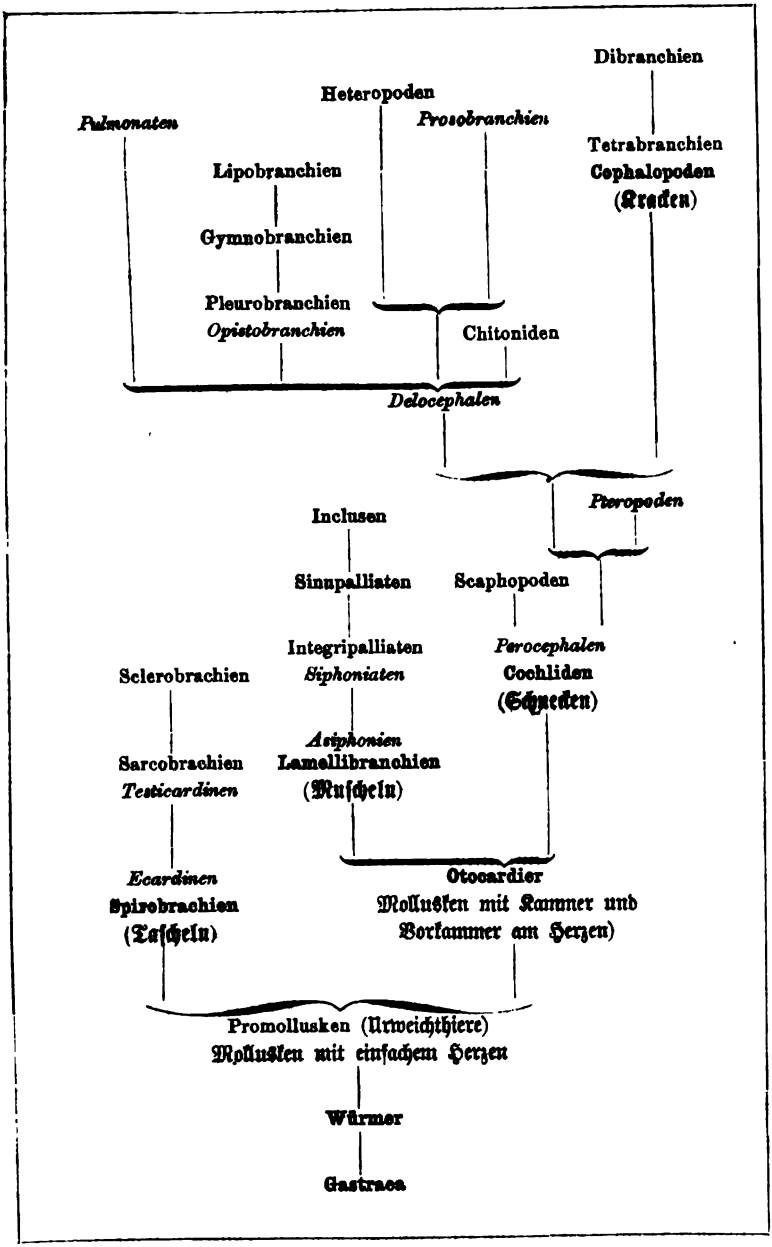
Unter den Schnecken (Cochlides oder Gasteropoda) unterſcheiden wir wieder zwei Unterklaſſen, Stummelköpfe und Kopfſchnecken. Die Stummelköpfe (Perocephala) ſchließen ſich einerſeits ſehr eng an die Muſcheln an (durch die Schaufelſchnecken), anderſeits aber an die Kracken (durch die Floſſenſchnecken). Die höher entwickelten Kopfſchnecken (Delocephala) kann man in Kiemenſchnecken (Branchiata) und Lungenſchnecken (Pulmonata) eintheilen. Zu den letzteren gehören die Landſchnecken, die einzigen unter allen Mollusken, welche das Waſſer verlaſſen und ſich an das Landleben angepaßt haben. Die große Mehrzahl der Schnecken lebt im Meere, nur wenige im ſüßen Waſſer. Einige Flußſchnecken der Tropen (die Ampullarien) leben amphibiſch, bald auf dem Lande, bald im Waſſer. Im letzteren Falle athmen ſie durch Kiemen, im erſteren durch Lungen. Sie vereinigen beiderlei Athmungsorgane, wie die Lurchfiſche und Kiemenlurche unter den Wirbelthieren.

Die vierte und letzte, und zugleich die höchſt entwickelte Klaſſe der Mollusken bilden die Kracken oder Pulpen, auch Tintenfiſche oder Kopffüßer genannt (Cephalopoda). Sie leben alle

## Syſtematiſche Ueberſicht

der 4 Klaſſen, 8 Unterklaſſen und 21 Ordnungen der Weichthiere.

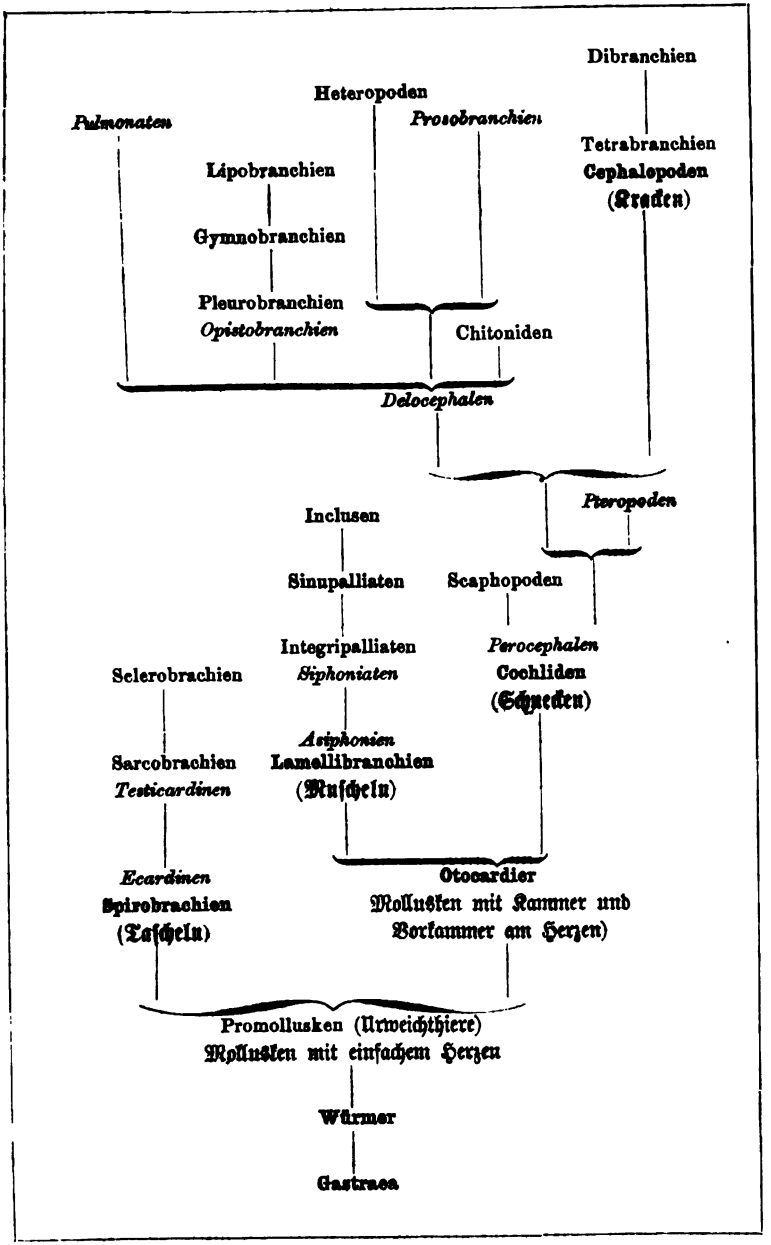
| Klaſſen der Weichthiere | Unterklaſſen der Weichthiere | Ordnungen der Weichthiere | Syſtematiſcher Name der Ordnungen |
|---|---|---|---|
| **I. Weichthiere ohne Kopf und ohne Zähne: Acephala oder Anodontoda.** | | | |
| I. Taſcheln oder Spiralkiemer Spirobranchia oder Brachiopoda | I. *Ecardines* Angelloſe | 1. Zungentaſcheln | 1. Lingulida |
| | | 2. Scheibentaſcheln | 2. Craniada |
| | II. *Testicardines* Angelſchalige | 3. Fleiſcharmige | 3. Sarcobrachia |
| | | 4. Kalkarmige | 4. Sclerobrachia |
| II. Muſcheln oder Blattkiemer Lamellibranchia oder Phyllobranchia | III. *Asiphonia* Muſcheln ohne Athemröhre | 5. Einmuskler | 5. Monomya |
| | | 6. Ungleichmuskler | 6. Heteromya |
| | | 7. Gleichmuskler | 7. Isomya |
| | IV. *Siphoniata* Muſcheln mit Athemröhre | 8. Rundmäntel | 8. Integripalliata |
| | | 9. Buchtmäntel | 9. Sinupalliata |
| | | 10. Röhrenmuſcheln | 10. Inclusa |
| **II. Weichthiere mit Kopf und mit Zähnen: Cephalophora oder Odontophora.** | | | |
| III. Schnecken Cochlides oder Gasteropoda | V. Stummelköpfe *Perocephala* | 11. Schaufelſchnecken | 11. Scaphopoda |
| | | 12. Floſſenſchnecken | 12. Pteropoda |
| | VI. Kopfſchnecken *Delocephala* | 13. Hinterkiemer | 13. Opisthobranchia |
| | | 14. Vorderkiemer | 14. Prosobranchia |
| | | 15. Kielſchnecken | 15. Heteropoda |
| | | 16. Käferſchnecken | 16. Chitonida |
| | | 17. Lungenſchnecken | 17. Pulmonata |
| IV. Kracken oder Pulpen Cephalopoda | VII. Kammerkracken (Vierkiemige) *Tetrabranchia* | 18. Perlboote | 18. Nautilida |
| | | 19. Ammonsboote | 19. Ammonitida |
| | VIII. Tintenkracken (Zweikiemige) *Dibranchia* | 20. Zehnarmige | 20. Decabrachiones |
| | | 21. Achtarmige | 21. Octobrachiones |


Dibranchien
Heteropoden
Pulmonaten
Prosobranchien
Tetrabranchien
Cephalopoden
(Kraken)
Lipobranchien
Gymnobranchien
Pleurobranchien
Opistobranchien
Chitoniden
Delocephalen
Pteropoden
Inclusen
Sinupalliaten
Scaphopoden
Integripalliaten
Perocephalen
Sclerobrachien
Siphoniaten
Cochliden
(Schnecken)
Asiphonien
Sarcobrachien
Lamellibranchien
Testicardinen
(Muscheln)
Ecardinen
Otocardier
Spirobrachien
(Tascheln)
Mollusken mit Kammer und
Vorkammer am Herzen)
Promollusken (Urweichthiere)
Mollusken mit einfachem Herzen
Würmer
Gastraea

## Syſtematiſche Ueberſicht

der 4 Klaſſen, 8 Unterklaſſen und 21 Ordnungen der Weichthiere.

| Klaſſen der Weichthiere | Unterklaſſen der Weichthiere | Ordnungen der Weichthiere | Syſtematiſcher Name der Ordnungen |
|---|---|---|---|
| I. Weichthiere ohne Kopf und ohne Zähne: Acephala oder Anodontoda. | | | |
| I. Taſcheln oder Spiralkiemer Spirobranchia oder Brachiopoda | I. *Ecardines* Angelloſe | 1. Zungentaſcheln | 1. Lingulida |
| | | 2. Scheibentaſcheln | 2. Craniada |
| | II. *Testicardines* Angelſchalige | 3. Fleiſchermige | 3. Sarcobrachia |
| | | 4. Kalkarmige | 4. Sclerobrachia |
| II. Muſcheln oder Blattkiemer Lamellibranchia oder Phyllobranchia | III. *Asiphonia* Muſcheln ohne Athemröhre | 5. Einmuskler | 5. Monomya |
| | | 6. Ungleichmuskler | 6. Heteromya |
| | | 7. Gleichmuskler | 7. Isomya |
| | IV. *Siphoniata* Muſcheln mit Athemröhre | 8. Rundmäntel | 8. Integripalliata |
| | | 9. Buchtmäntel | 9. Sinupalliata |
| | | 10. Röhrenmuſcheln | 10. Inclusa |
| II. Weichthiere mit Kopf und mit Zähnen: Cephalophora oder Odontophora. | | | |
| III. Schnecken Cochlides oder Gasteropoda | V. Stummelköpfe *Perocephala* | 11. Schaufelſchnecken | 11. Scaphopoda |
| | | 12. Floſſenſchnecken | 12. Pteropoda |
| | VI. Kopfſchnecken *Delocephala* | 13. Hinterkiemer | 13. Opisthobranchia |
| | | 14. Vorderkiemer | 14. Prosobranchia |
| | | 15. Kielſchnecken | 15. Heteropoda |
| | | 16. Käferſchnecken | 16. Chitonida |
| | | 17. Lungenſchnecken | 17. Pulmonata |
| IV. Kracken oder Pulpen Cephalopoda | VII. Kammerkracken (Vierkiemige) *Tetrabranchia* | 18. Perlboote | 18. Nautilida |
| | | 19. Ammonsboote | 19. Ammonitida |
| | VIII. Tintenkracken (Zweikiemige) *Dibranchia* | 20. Zehnarmige | 20. Decabrachiones |
| | | 21. Achtarmige | 21. Octobrachiones |


Dibranchien
Heteropoden
Pulmonaten
Prosobranchien
Tetrabranchien
Cephalopoden
(Kraken)
Lipobranchien
Gymnobranchien
Pleurobranchien
Opistobranchien
Chitoniden
Delocephalen
Pteropoden
Inclusen
Sinupalliaten
Scaphopoden
Integripalliaten
Perocephalen
Sclerobrachien
Siphoniaten
Cochliden
(Schnecken)
Asiphonien
Sarcobrachien
Lamellibranchien
Testicardinen
(Muscheln)
Otocardier
Ecardinen
Mollusken mit Kammer und
Spirobrachien
Vorkammer am Herzen)
(Tascheln)
Promollusken (Urweichthiere)
Mollusken mit einfachem Herzen
Würmer
Gastraea

im Meere und zeichnen ſich vor den Schnecken durch acht, zehn oder mehr lange Arme aus, welche im Kranze den Mund umgeben. Die Kracken, welche noch jetzt in unſeren Meeren leben, die Sepien, Kalmare, Argonautenboote und Perlboote, ſind gleich den wenigen Spiralkiemern der Gegenwart nur dürftige Reſte von der formenreichen Schaar, welche dieſe Klaſſe in den Meeren der primordialen, primären und ſekundären Zeit bildete. Die zahlreichen verſteinerten Ammonshörner (Ammonites), Perlboote (Nautilus) und Donnerkeile (Belemnites) legen noch heutzutage von jenem längſt erloſchenen Glanze des Stammes Zeugniß ab. Wahrſcheinlich haben ſich die Pulpen aus einem niederen Zweige der Schneckenklaſſe, aus den Floſſenſchnecken (Pteropoden) oder Verwandten derſelben entwickelt.

Die verſchiedenen Unterklaſſen und Ordnungen, welche man in den vier Molluskenklaſſen unterſcheidet, und deren ſyſtematiſche Reihenfolge Ihnen die vorſtehende Tabelle (S. 474) anführt, liefern in ihrer hiſtoriſchen und ihrer entſprechenden ſyſtematiſchen Entwickelung mannichfache Beweiſe für die Gültigkeit des Fortſchrittsgeſetzes. Da jedoch dieſe untergeordneten Molluskengruppen an ſich weiter von keinem beſonderen Intereſſe ſind, verweiſe ich Sie auf die gegenüberſtehende Skizze ihres Stammbaums (S. 475) und auf den ausführlichen Stammbaum der Weichthiere, welchen ich in meiner generellen Morphologie gegeben habe, und wende mich ſogleich weiter zur Betrachtung des Sternthierſtammes.

Die Sternthiere (Echinoderma oder Estrellae), zu welchen die vier Klaſſen der Seeſterne, Seelilien, Seeigel und Seegurken gehören, ſind eine der intereſſanteſten, und dennoch wenigſt bekannten Abtheilungen des Thierreichs. Alle leben im Meere. Jeder von Ihnen, der einmal an der See war, wird wenigſtens zwei Formen derſelben, die Seeſterne und Seeigel, geſehen haben. Wegen ihrer ſehr eigenthümlichen Organiſation ſind die Sternthiere als ein ganz ſelbſtſtändiger Stamm des Thierreichs zu betrachten, und namentlich gänzlich von den Pflanzenthieren, den Zoophyten oder Cölenteraten zu trennen, mit denen ſie noch jetzt oft irrthümlich als Strahlthiere oder Radia-

ten zusammengefaßt werden (so z. B. von Agassiz, welcher auch diesen Irrthum Cuvier's neben manchen anderen vertheidigt).

Alle Echinodermen sind ausgezeichnet und zugleich von allen anderen Thieren verschieden durch einen sehr merkwürdigen Bewegungsapparat. Dieser besteht aus einem verwickelten System von Canälen oder Röhren, die von außen mit Seewasser gefüllt werden. Das Seewasser wird in dieser Wasserleitung theils durch schlagende Wimperhaare, theils durch Zusammenziehungen der muskulösen Röhrenwände selbst, die Gummischläuchen vergleichbar sind, fortbewegt. Aus den Röhren wird das Wasser in sehr zahlreiche hohle Füßchen hinein gepreßt, welche dadurch prall ausgedehnt und nun zum Gehen und zum Ansaugen benutzt werden. Außerdem sind die Sternthiere auch durch eine eigenthümliche Verkalkung der Haut ausgezeichnet, welche bei den meisten zur Bildung eines festen, geschlossenen, aus vielen Platten zusammengesetzten Panzers führt. Bei fast allen Echinodermen ist der Körper aus fünf Strahltheilen (Gegenstücken oder Antimeren) zusammengesetzt, welche rings um die Hauptaxe des Körpers sternförmig herum stehen und sich in dieser Axe berühren. Nur bei einigen Seesternarten steigt die Zahl dieser Strahltheile über fünf hinaus, auf 6—9, 10—12, oder selbst 20—40; und in diesem Falle ist die Zahl der Strahltheile bei den verschiedenen Individuen der Species meist nicht beständig, sondern wechselnd.

Die geschichtliche Entwickelung und der Stammbaum der Echinodermen werden uns durch ihre zahlreichen und meist vortrefflich erhaltenen Versteinerungen, durch ihre sehr merkwürdige individuelle Entwickelungsgeschichte und durch ihre interessante vergleichende Anatomie so vollständig enthüllt, wie es außerdem bei keinem anderen Thierstamme, selbst die Wirbelthiere vielleicht nicht ausgenommen, der Fall ist. Durch eine kritische Benutzung jener drei Archive und eine denkende Vergleichung ihrer Resultate gelangen wir zu folgender Genealogie der Sternthiere, die ich in meiner generellen Morphologie begründet habe (Gen. Morph. II, Taf. IV, S. LXII—LXXVII).

Die älteste und ursprüngliche Gruppe der Sternthiere, die

im Meere und zeichnen ſich vor den Schnecken durch acht, zehn oder mehr lange Arme aus, welche im Kranze den Mund umgeben. Die Kracken, welche noch jetzt in unſeren Meeren leben, die Sepien, Kalmare, Argonautenboote und Perlboote, ſind gleich den wenigen Spiralkiemern der Gegenwart nur dürftige Reſte von der formenreichen Schaar, welche dieſe Klaſſe in den Meeren der primordialen, primären und ſekundären Zeit bildete. Die zahlreichen verſteinerten Ammonshörner (Ammonites), Perlboote (Nautilus) und Donnerkeile (Belemnites) legen noch heutzutage von jenem längſt erloſchenen Glanze des Stammes Zeugniß ab. Wahrſcheinlich haben ſich die Pulpen aus einem niederen Zweige der Schneckenklaſſe, aus den Floſſenſchnecken (Pteropoden) oder Verwandten derſelben entwickelt.

Die verſchiedenen Unterklaſſen und Ordnungen, welche man in den vier Molluskenklaſſen unterſcheidet, und deren ſyſtematiſche Reihenfolge Ihnen die vorſtehende Tabelle (S. 474) anführt, liefern in ihrer hiſtoriſchen und ihrer entſprechenden ſyſtematiſchen Entwickelung mannichfache Beweiſe für die Gültigkeit des Fortſchrittsgeſetzes. Da jedoch dieſe untergeordneten Molluskengruppen an ſich weiter von keinem beſonderen Intereſſe ſind, verweiſe ich Sie auf die gegenüberſtehende Skizze ihres Stammbaums (S. 475) und auf den ausführlichen Stammbaum der Weichthiere, welchen ich in meiner generellen Morphologie gegeben habe, und wende mich ſogleich weiter zur Betrachtung des Sternthierſtammes.

Die Sternthiere (Echinoderma oder Estrellae), zu welchen die vier Klaſſen der Seeſterne, Seelilien, Seeigel und Seegurken gehören, ſind eine der intereſſanteſten, und dennoch wenigſt bekannten Abtheilungen des Thierreichs. Alle leben im Meere. Jeder von Ihnen, der einmal an der See war, wird wenigſtens zwei Formen derſelben, die Seeſterne und Seeigel, geſehen haben. Wegen ihrer ſehr eigenthümlichen Organiſation ſind die Sternthiere als ein ganz ſelbſtſtändiger Stamm des Thierreichs zu betrachten, und namentlich gänzlich von den Pflanzenthieren, den Zoophyten oder Cölenteraten zu trennen, mit denen ſie noch jetzt oft irrthümlich als Strahlthiere oder Radia-

ten zusammengefaßt werden (so z. B. von Agassiz, welcher auch diesen Irrthum Cuvier's neben manchen anderen vertheidigt).

Alle Echinodermen sind ausgezeichnet und zugleich von allen anderen Thieren verschieden durch einen sehr merkwürdigen Bewegungsapparat. Dieser besteht aus einem verwickelten System von Canälen oder Röhren, die von außen mit Seewasser gefüllt werden. Das Seewasser wird in dieser Wasserleitung theils durch schlagende Wimperhaare, theils durch Zusammenziehungen der muskulösen Röhrenwände selbst, die Gummischläuchen vergleichbar sind, fortbewegt. Aus den Röhren wird das Wasser in sehr zahlreiche hohle Füßchen hinein gepreßt, welche dadurch prall ausgedehnt und nun zum Gehen und zum Ansaugen benutzt werden. Außerdem sind die Sternthiere auch durch eine eigenthümliche Verkalkung der Haut ausgezeichnet, welche bei den meisten zur Bildung eines festen, geschlossenen, aus vielen Platten zusammengesetzten Panzers führt. Bei fast allen Echinodermen ist der Körper aus fünf Strahltheilen (Gegenstücken oder Antimeren) zusammengesetzt, welche rings um die Hauptaxe des Körpers sternförmig herum stehen und sich in dieser Axe berühren. Nur bei einigen Seesternarten steigt die Zahl dieser Strahltheile über fünf hinaus, auf 6—9, 10—12, oder selbst 20—40; und in diesem Falle ist die Zahl der Strahltheile bei den verschiedenen Individuen der Species meist nicht beständig, sondern wechselnd.

Die geschichtliche Entwickelung und der Stammbaum der Echinodermen werden uns durch ihre zahlreichen und meist vortrefflich erhaltenen Versteinerungen, durch ihre sehr merkwürdige individuelle Entwickelungsgeschichte und durch ihre interessante vergleichende Anatomie so vollständig enthüllt, wie es außerdem bei keinem anderen Thierstamme, selbst die Wirbelthiere vielleicht nicht ausgenommen, der Fall ist. Durch eine kritische Benutzung jener drei Archive und eine denkende Vergleichung ihrer Resultate gelangen wir zu folgender Genealogie der Sternthiere, die ich in meiner generellen Morphologie begründet habe (Gen. Morph. II, Taf. IV, S. LXII—LXXVII).

Die älteste und ursprüngliche Gruppe der Sternthiere, die

Stammgruppe des ganzen Phylum, iſt die Klaſſe der Seeſterne (Asterida). Dafür ſpricht außer zahlreichen und wichtigen Beweisgründen der Anatomie und Entwickelungsgeſchichte vor allen die hier noch unbeſtändige und wechſelnde Zahl der Strahltheile oder Antimeren, welche bei allen übrigen Echinodermen ausnahmslos auf fünf fixirt iſt. Jeder Seeſtern beſteht aus einer mittleren kleinen Körperſcheibe, an deren Umkreis in einer Ebene fünf oder mehr lange gegliederte Arme befeſtigt ſind. Jeder Arm des Seeſterns entſpricht in ſeiner ganzen Organiſation weſentlich einem gegliederten Wurme aus der Klaſſe der Ringelwürmer oder Anneliden (S. 466). Ich betrachte daher den Seeſtern als einen echten Stock oder Cormus von fünf oder mehr gegliederten Würmern, welche durch ſternförmige Keimknospenbildung aus einem centralen Mutter-Wurme entſtanden ſind. Von dieſem letzteren haben die ſternförmig verbundenen Geſchwiſter die gemeinſchaftliche Mundöffnung und die gemeinſame Verdauungshöhle (Magen) übernommen, die in der mittleren Körperſcheibe liegen. Das verwachſene Ende, welches in die gemeinſame Mittelſcheibe mündet, iſt wahrſcheinlich das Hinterende der urſprünglichen ſelbſtſtändigen Würmer.

In ganz ähnlicher Weiſe ſind auch bei den ungegliederten Würmern bisweilen mehrere Individuen zur Bildung eines ſternförmigen Stockes vereinigt. Das iſt namentlich bei den Botrylliden der Fall, zuſammengeſetzten Seeſcheiden oder Aſcidien, welche zur Klaſſe der Mantelthiere (Tunicaten) gehören. Auch hier ſind die einzelnen Würmer mit ihrem hinteren Ende, wie ein Rattenkönig, verwachſen, und haben ſich hier eine gemeinſame Auswurfsöffnung, eine Centralkloake gebildet, während am vorderen Ende noch jeder Wurm ſeine eigene Mundöffnung beſitzt. Bei den Seeſternen würde die letztere im Laufe der hiſtoriſchen Stockentwickelung zugewachſen ſein, während ſich die Centralkloake zu einem gemeinſamen Mund für den ganzen Stock ausbildete.

Die Seeſterne würden demnach Würmerſtöcke ſein, welche ſich durch ſternförmige Knospenbildung aus echten gegliederten Würmern

oder Colelminthen entwickelt haben. Diese Hypothese wird auf das Stärkste durch die vergleichende Anatomie und Ontogenie der gegliederten Seesterne (Colastra) und der gegliederten Würmer gestützt. Unter den letzteren stehen in Bezug auf den inneren Bau die vielgliedrigen Ringelwürmer (Annelida) den einzelnen Armen oder Strahltheilen der Seesterne, d. h. den ursprünglichen Einzelwürmern, ganz nahe. Jeder der fünf Arme des Seesterns ist aus einer großen Anzahl hinter einander liegender gleichartiger Glieder oder Metameren kettenartig zusammengesetzt, ebenso wie jeder gegliederte Wurm und jedes Arthropod. Wie bei diesen letzteren, so verläuft auch bei den ersteren in der Mittellinie des Bauchtheils ein centraler Nervenstrang, das Bauchmark. An jedem Metamere sind ein paar ungegliederte Füße und außerdem meistens ein oder mehrere starre Stacheln angebracht, ähnlich wie bei den Ringelwürmern. Auch vermag der abgetrennte Seestern-Arm ein selbstständiges Leben zu führen und kann sich dann durch sternförmige Knospenbildung an einem Ende wieder zu einem fünfstrahligen Seestern ergänzen.

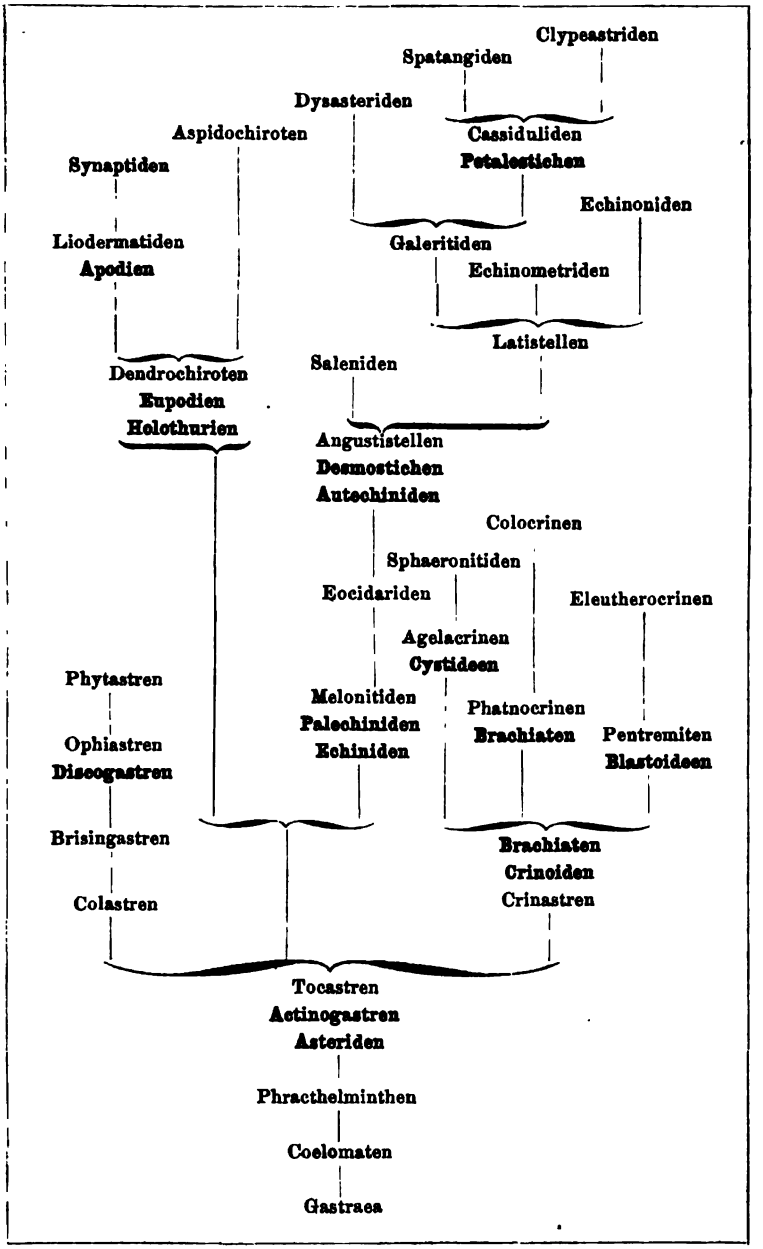
Die wichtigsten Beweise aber für die Wahrheit meiner Hypothese liefert die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeschichte der Echinodermen. Die höchst merkwürdigen Thatsachen dieser Ontogenie sind erst im Jahre 1848 durch den großen Berliner Zoologen Johannes Müller entdeckt worden. Einige ihrer wichtigsten Verhältnisse sind auf Taf. VIII und IX vergleichend dargestellt. (Vergl. die nähere Erklärung derselben unten im Anhang.) Fig. A auf Taf. IX zeigt Ihnen einen gewöhnlichen Seestern (Uraster), Fig. B eine Seelilie (Comatula), Fig. C einen Seeigel (Echinus) und Fig. D eine Seegurke (Synapta). Trotz der außerordentlichen Formverschiedenheit, welche diese vier Sternthiere zeigen, ist dennoch der Anfang der Entwickelung bei allen ganz gleich. Aus dem Ei entwickelt sich eine Gastrula, und aus dieser eine Thierform, welche gänzlich von dem ausgebildeten Sternthiere verschieden, dagegen den bewimperten Larven gewisser Gliederwürmer (Sternwürmer und Ringelwürmer) höchst ähnlich ist. Die sonderbare Thierform wird

## Systematische Uebersicht

der 4 Klassen, 9 Unterklassen und 20 Ordnungen der Sternthiere.

(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. IV, S. LXII — LXXVII.)

| Klassen der Sternthiere | Unterklassen der Sternthiere | Ordnungen der Sternthiere | Systematischer Name der Ordnungen |
|---|---|---|---|
| I. Seesterne *Asterida* | I. Seesterne mit Strahlenmagen *Actinogastra* | 1. Stammsterne | 1. Tocastra |
| | | 2. Gliedersterne | 2. Colastra |
| | | 3. Brisingasterne | 3. Brisingastra |
| | II. Seesterne mit Scheibenmagen *Discogastra* | 4. Schlangensterne | 4. Ophiastra |
| | | 5. Baumsterne | 5. Phytastra |
| | | 6. Liliensterne | 6. Crinastra |
| II. Seelilien *Crinoida* | III. Armlilien *Brachiata* | 7. Getäfelte Armlilien | 7. Phatnocrinida |
| | | 8. Gegliederte Armlilien | 8. Colocrinida |
| | IV. Knospenlilien *Blastoidea* | 9. Regelmäßige Knospenlilien | 9. Pentremitida |
| | | 10. Zweiseitige Knospenlilien | 10. Eleutherocrina |
| | V. Blasenlilien *Cystidea* | 11. Stiellose Blasenlilien | 11. Agelacrinida |
| | | 12. Gestielte Blasenlilien | 12. Sphaeronitida |
| III. Seeigel *Echinida* | VI. Aeltere Seeigel (mit mehr als 20 Plattenreihen) *Palechinida* | 13. Palechiniden mit mehr als 10 ambulakralen Plattenreihen | 13. Melonitida |
| | | 14. Palechiniden mit 10 ambulakralen Plattenreihen | 14. Eocidarida |
| | VII. Jüngere Seeigel (mit 20 Plattenreihen) *Autechinida* | 15. Autechiniden mit Bandambulakren | 15. Desmosticha |
| | | 16. Autechiniden mit Blattambulakren | 16. Petalosticha |
| IV. Seegurken *Holothuriae* | VIII. Seegurken mit Wasserfüßchen *Eupodia* | 17. Eupodien mit schildförmigen Fühlern | 17. Aspidochirota |
| | | 18. Eupodien mit baumförmigen Fühlern | 18. Dendrochirota |
| | IX. Seegurken ohne Wasserfüßchen *Apodia* | 19. Apodien mit Kiemen | 19. Liodermatida |
| | | 20. Apodien ohne Kiemen | 20. Synaptida |


Clypeastriden
Spatangiden
Dysasteriden
Aspidochiroten
Cassiduliden
Petalostichen
Synaptiden
Echinoniden
Liodermatiden
Apodien
Galeritiden
Echinometriden
Latistellen
Dendrochiroten
Eupodien
Holothurien
Saleniden
Angustistellen
Desmostichen
Autechiniden
Colocrinen
Sphaeronitiden
Eocidariden
Eleutherocrinen
Agelacrinen
Cystideen
Phytastren
Melonitiden
Palechiniden
Echiniden
Phatnocrinen
Brachiaten
Pentremiten
Blastoideen
Ophiastren
Discogastren
Brisingastren
Brachiaten
Crinoiden
Colastren
Crinastren
Tocastren
Actinogastren
Asteriden
Phracthelminthen
Coelomaten
Gastraea

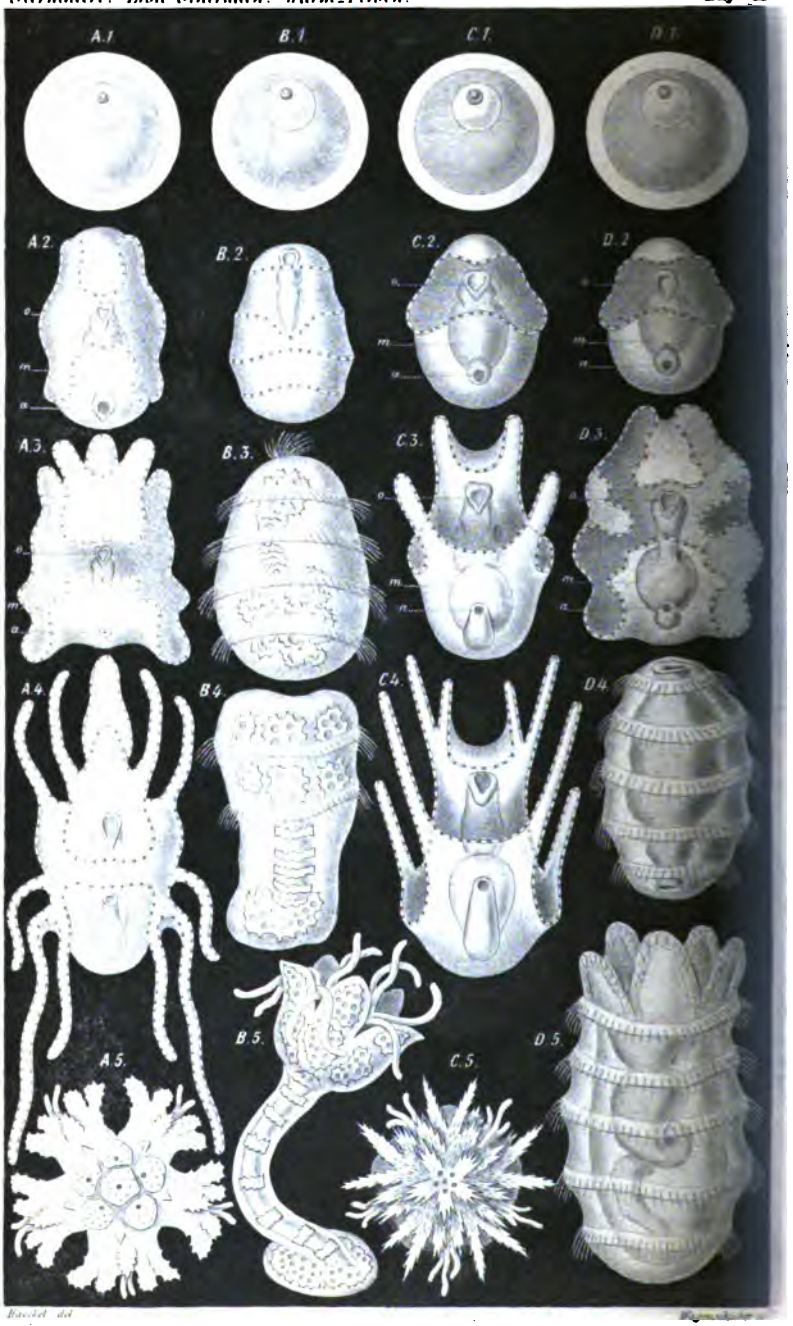
gewöhnlich als „Larve", richtiger aber als „Amme" der Sternthiere bezeichnet. Sie ist sehr klein, durchsichtig, schwimmt mittelst einer Wimperschnur im Meere umher, und ist stets aus zwei symmetrisch gleichen Körperhälften zusammengesetzt. Das erwachsene Sternthier dagegen, welches vielmals (oft mehr als hundertmal) größer und ganz undurchsichtig ist, kriecht auf dem Grunde des Meeres und ist stets aus mindestens fünf gleichen Stücken (Gegenstücken oder Antimeren) strahlig zusammengesetzt. Taf. VIII zeigt die Entwickelung der Ammen von den auf Taf. IX abgebildeten vier Sternthieren.

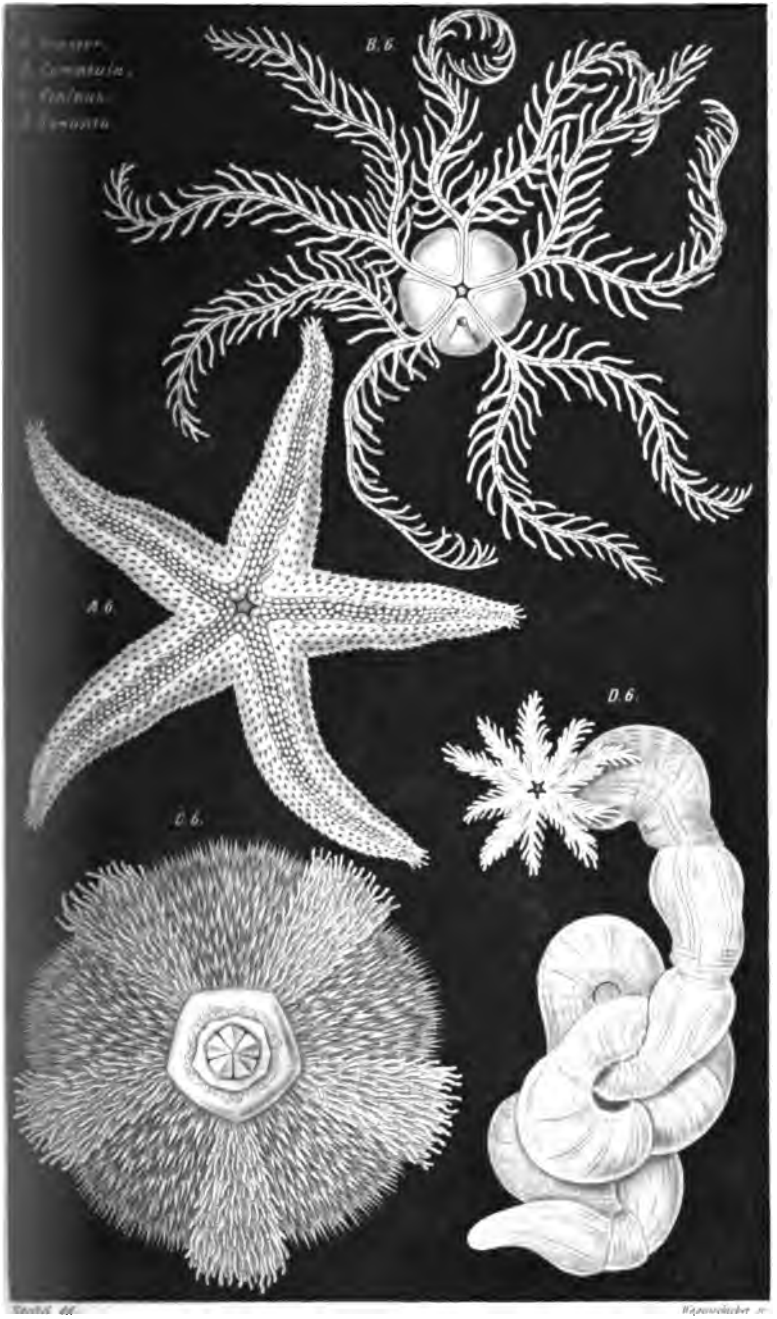
Das ausgebildete Sternthier entsteht nun durch einen sehr merkwürdigen Knospungs-Prozeß im Innern der Amme, von welcher dasselbe wenig mehr als den Magen beibehält. Die Amme oder die fälschlich sogenannte „Larve" der Echinodermen ist demnach als ein solitärer Wurm aufzufassen, welcher durch innere Knospenbildung eine zweite Generation in Form eines Stockes von sternförmig verbundenen Würmern erzeugt. Dieser ganze Prozeß ist echter Generationswechsel oder Metagenesis, keine „Metamorphose", wie gewöhnlich unrichtig gesagt wird. Ein ähnlicher Generationswechsel findet sich auch noch bei anderen Würmern, nämlich bei einigen Sternwürmern (Sipunculiden) und Schnurwürmern (Nemertinen). Erinnern wir uns nun des biogenetischen Grundgesetzes (S. 361) und beziehen wir die Ontogenie der Echinodermen auf ihre Phylogenie, so wird uns auf einmal die ganze historische Entwickelung der Sternthiere klar und verständlich, während sie ohne jene Hypothese ein unlösbares Räthsel bleibt (vergl. Gen. Morph. II, S. 95—99).

Außer den angeführten Gründen legen auch noch viele andere Thatsachen (besonders aus der vergleichenden Anatomie der Echinodermen) das deutlichste Zeugniß für die Richtigkeit meiner Hypothese ab. Ich habe diese Stammhypothese 1866 aufgestellt, ohne eine Ahnung davon zu haben, daß auch noch versteinerte Gliedwürmer existiren, welche jenen hypothetisch vorausgesetzten Stammformen zu entsprechen scheinen. Solche sind aber inzwischen wirklich bekannt geworden. In einer Abhandlung „über ein Aequiva-

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.


A.1
B.1
C.1
D.1
A.2
B.2
C.2
D.2
A.3
B.3
C.3
D.3
A.4
B.4
C.4
D.4
A.5
B.5
C.5
D.5


B.6
A.6.
D.6.
C.6.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

lent der takoniſchen Schiefer Nordamerikas in Deutſchland" beſchrieben 1867 Geinitz und Liebe eine Anzahl von gegliederten ſiluriſchen Würmern, welche vollkommen den von mir gemachten Vorausſetzungen entſprechen. Dieſe höchſt merkwürdigen Würmer kommen in den Dachſchiefern von Wurzbach im reußiſchen Oberlande zahlreich in vortrefflich erhaltenem Zuſtande vor. Sie haben den Bau eines gegliederten Seeſternarms, und müſſen offenbar einen feſten Hautpanzer, ein viel härteres und feſteres Hautſkelet beſeſſen haben, als es ſonſt bei den Würmern vorkommt. Die Zahl der Körperglieder oder Metameren iſt ſehr beträchtlich, ſo daß die Würmer bei einer Breite von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Zoll eine Länge von 2—3 Fuß und mehr erreichen. Die vortrefflich erhaltenen Abdrücke, namentlich von Phyllodocites thuringiacus und Crossopodia Henrici, gleichen auffallend den ſkeletirten Armen mancher gegliederten Seeſterne (Colastra). Ich bezeichne dieſe uralte Würmergruppe, zu welcher vermuthlich die Stammväter der Seeſterne gehört haben, als Panzerwürmer (Phracthelminthes, S. 460).

Aus der Klaſſe der Seeſterne, welche die urſprüngliche Form des ſternförmigen Wurmſtockes am getreueſten erhalten hat, haben ſich die drei anderen Klaſſen der Echinodermen offenbar erſt ſpäter entwickelt. Am wenigſten von ihnen entfernt haben ſich die Seelilien (Crinoida), welche aber die freie Ortsbewegung der übrigen Sternthiere aufgegeben, ſich feſtgeſetzt, und dann einen mehr oder minder langen Stiel entwickelt haben. Einige Seelilien (z. B. die Comateln, Fig. B auf Taf. VIII und IX) löſen ſich jedoch ſpäterhin von ihrem Stiele wieder ab. Die urſprünglichen Wurmindividuen ſind zwar bei den Crinoiden nicht mehr ſo ſelbſtſtändig und ausgebildet erhalten, wie bei den Seeſternen; aber dennoch bilden ſie ſtets mehr oder minder gegliederte, von der gemeinſamen Mittelſcheibe abgeſetzte Arme. Wir können daher die Seelilien mit den Seeſternen zuſammen in der Hauptklaſſe der Gliederarmigen (Colobrachia) vereinigen.

In den beiden anderen Echinodermenklaſſen, bei den Seeigeln

und Seegurken, ſind die gegliederten Arme nicht mehr als ſelbſtſtändige Körpertheile erkennbar, vielmehr durch weitgehende Centraliſation des Stockes vollkommen in der Bildung der gemeinſamen aufgeblaſenen Mittelſcheibe aufgegangen, ſo daß dieſe jetzt als eine einfache armloſe Büchſe oder Kapſel erſcheint. Der urſprüngliche Individuenſtock iſt ſcheinbar dadurch wieder zum Formwerth eines einfachen Individuums, einer einzelnen Perſon, herabgeſunken. Wir können daher dieſe beiden Klaſſen als Armloſe (Lipobrachia) den Gliederarmigen gegenüberſetzen. Die erſte Klaſſe derſelben, die Seeigel (Echinida), führen ihren Namen von den zahlreichen, oft ſehr großen Stacheln, welche die feſte, aus Kalkplatten ſehr zierlich zuſammengeſetzte Schale bedecken (Fig. C, Taf. VIII und IX). Die Schale ſelbſt hat die Grundform einer fünfſeitigen Pyramide. Wahrſcheinlich haben ſich die Seeigel unmittelbar aus einem Zweige der Seeſterne entwickelt. Die einzelnen Abtheilungen der Seeigel beſtätigen in ihrer hiſtoriſchen Aufeinanderfolge ebenſo wie die Ordnungen der Seelilien und Seeſterne, welche Ihnen die nebenſtehende Tabelle aufführt, in ausgezeichneter Weiſe die Geſetze des Fortſchritts und der Differenzirung. (Gen. Morph. II, Taf. IV.)

Während uns die Geſchichte dieſer drei Sternthierklaſſen durch die zahlreichen und vortrefflich erhaltenen Verſteinerungen ſehr genau erzählt wird, wiſſen wir dagegen von der geſchichtlichen Entwickelung der vierten Klaſſe, der Seegurken (Holothuriae), faſt Nichts. Aeußerlich zeigen dieſe ſonderbaren gurkenförmigen Sternthiere eine trügeriſche Aehnlichkeit mit Würmern (Fig. D, Taf. VIII und IX). Die Skeletbildung der Haut iſt hier ſehr unvollkommen und daher konnten keine deutlichen Reſte von ihrem langgeſtreckten walzenförmigen wurmähnlichen Körper in foſſilem Zuſtande erhalten bleiben. Dagegen läßt ſich aus der vergleichenden Anatomie der Holothurien erſchließen, daß dieſelben wahrſcheinlich aus einer Abtheilung der Seeigel durch Erweichung des Hautſkelets entſtanden ſind.

Von den Sternthieren wenden wir uns zu dem ſechſten und höchſt entwickelten Stamm unter den wirbelloſen Thieren, zu dem

Phylum der Gliederthiere oder Gliedfüßer (Arthropoda). Wie schon vorher bemerkt wurde, entspricht dieser Stamm der Klasse der Kerfe oder Insekten im ursprünglichen Sinne Linné's. Er enthält wiederum vier Klassen, nämlich 1. die echten sechsbeinigen Insekten; 2. die achtbeinigen Spinnen; 3. die mit zahlreichen Beinpaaren versehenen Tausendfüße und 4. die mit einer wechselnden Beinzahl versehenen Krebse oder Krustenthiere. Die letzte Klasse athmet Wasser durch Kiemen und kann daher als Hauptklasse der kiemenathmenden Arthropoden oder Kiemenkerfe (Carides) den drei ersten Klassen entgegengesetzt werden. Diese athmen Luft durch eigenthümliche Luftröhren oder Tracheen, und können daher passend in der Hauptklasse der tracheenathmenden Arthropoden oder Tracheenkerfe (Tracheata) vereinigt werden.

Bei allen Gliedfüßern sind, wie der Name sagt, die Beine deutlich gegliedert, und dadurch, sowie durch die stärkere Differenzirung der getrennten Körperabschnitte oder Metameren unterscheiden sie sich wesentlich von den geringelten Würmern, mit denen sie Bär und Cuvier in ihrem Typus der Articulaten vereinigten. Uebrigens stehen sie den gegliederten Würmern in jeder Beziehung so nahe, daß sie kaum scharf von ihnen zu trennen sind. Insbesondere theilen sie mit den Ringelwürmern die sehr charakteristische Form des centralen Nervensystems, das sogenannte Bauchmark, welches vorn mit einem den Mund umgebenden Schlundring beginnt. Auch aus anderen Thatsachen geht hervor, daß die Arthropoden sich jedenfalls aus Gliedwürmern erst später entwickelt haben. Wahrscheinlich sind entweder die Räderthiere oder die Ringelwürmer ihre nächsten Blutsverwandten im Würmerstamme (Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXXV—CII).

Wenn nun auch die Abstammung der Arthropoden von gegliederten Würmern als sicher gelten darf, so kann man doch nicht mit gleicher Sicherheit behaupten, daß der ganze Stamm der ersteren nur aus einem Zweige der letzteren entstanden sei. Es scheinen nämlich manche Gründe dafür zu sprechen, daß die Kiemenkerfe sich aus

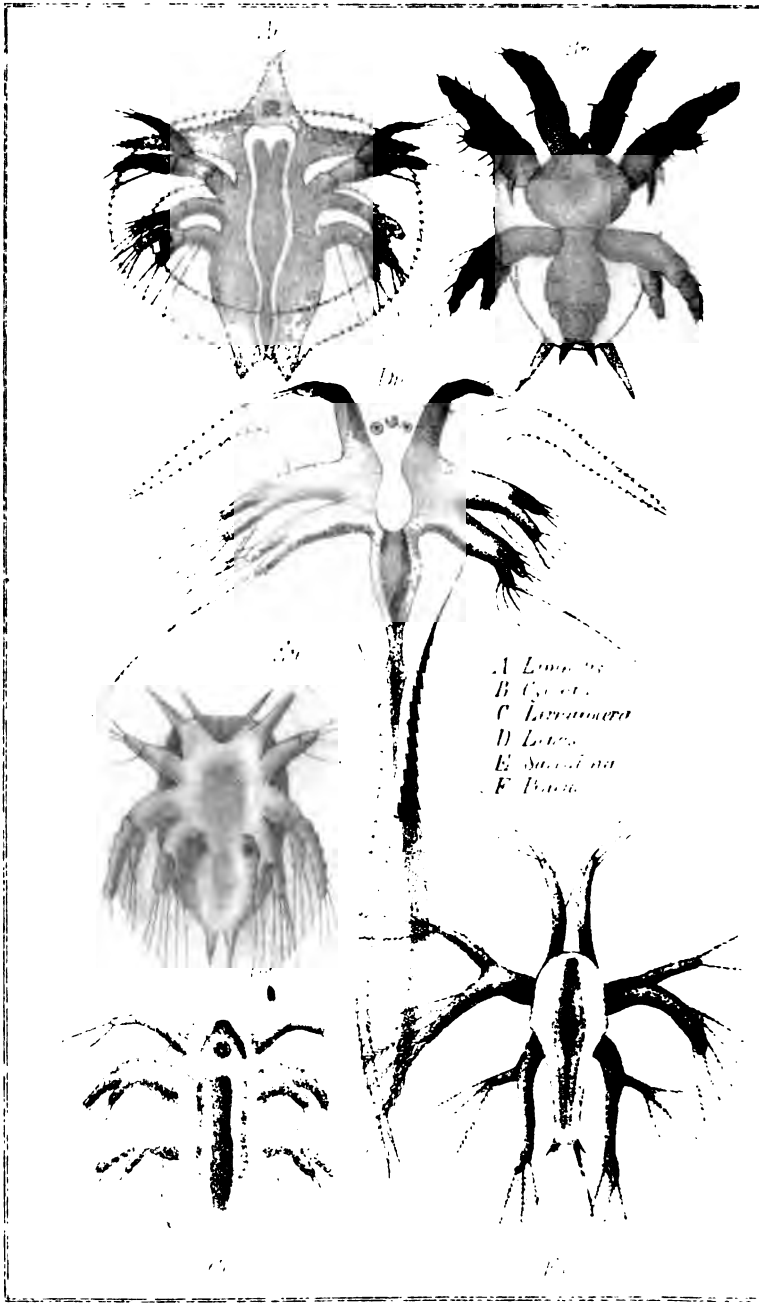
einem anderen Zweige der gegliederten Würmer entwickelt haben, als die Tracheenkerfe. Wahrſcheinlicher aber bleibt es vorläufig noch, daß beide Hauptklaſſen aus einer und derſelben Würmergruppe entſtanden ſind. In dieſem Falle können ſich die tracheenathmenden Inſekten, Spinnen und Tauſendfüßer erſt ſpäter von den kiemenathmenden Kruſtenthieren abgezweigt haben.

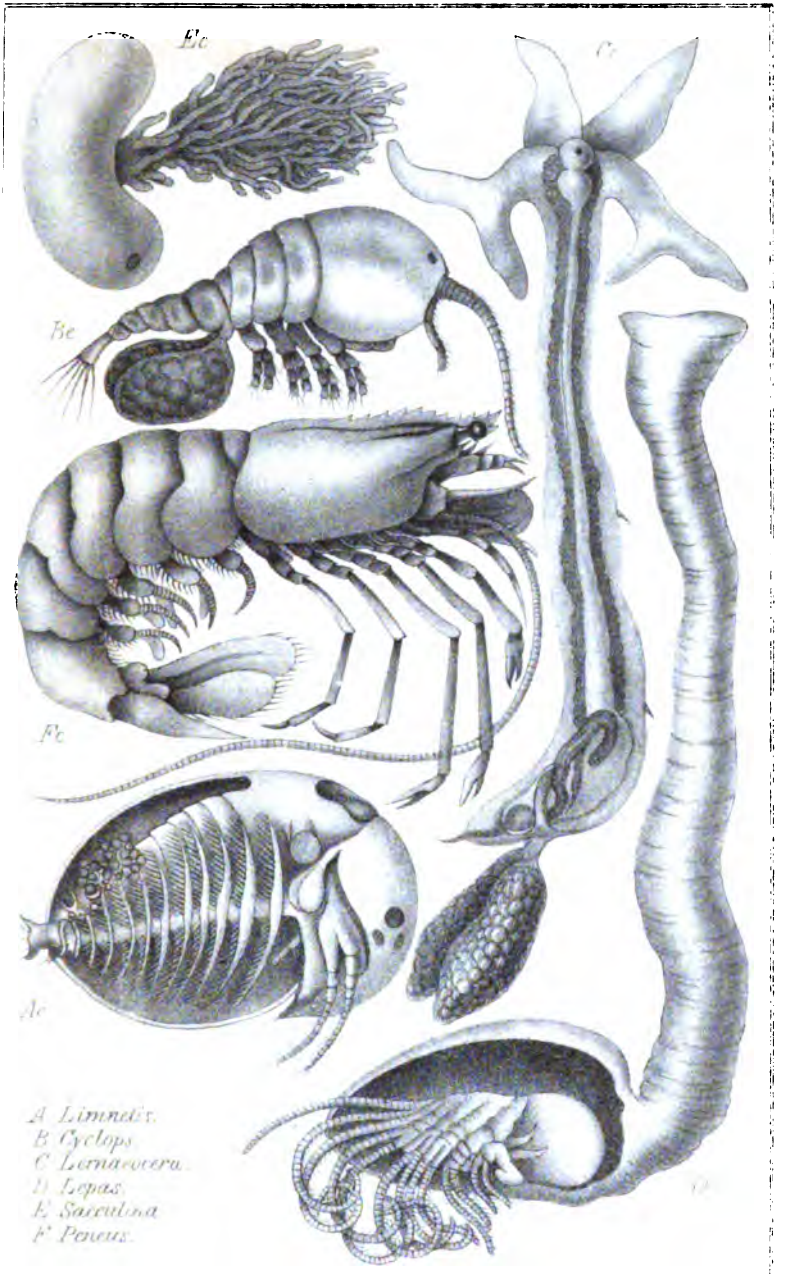
Der Stammbaum der Arthropoden läßt ſich im Ganzen aus der Paläontologie, vergleichenden Anatomie und Ontogenie ſeiner vier Klaſſen vortrefflich erkennen, obwohl auch hier, wie überall, im Einzelnen noch ſehr vieles dunkel bleibt. Wenn man erſt die individuelle Entwickelungsgeſchichte aller einzelnen Gruppen genauer kennen wird, als es jetzt der Fall iſt, wird jene Dunkelheit mehr und mehr ſchwinden. Am beſten kennt man dieſelbe bis jetzt von der Klaſſe der Kiemenkerfe oder Krebſe (Carides), wegen ihrer harten kruſtenartigen Körperbedeckung auch Kruſtenthiere (Crustacea) genannt. Die Ontogenie dieſer Thiere iſt außerordentlich intereſſant, und verräth uns, ebenſo wie diejenige der Wirbelthiere, deutlich die weſentlichen Grundzüge ihrer Stammesgeſchichte oder Phylogenie. Fritz Müller hat in ſeiner ausgezeichneten, bereits angeführten Schrift „Für Darwin“ [16]) dieſes merkwürdige Verhältniß vortrefflich erläutert.

Die gemeinſchaftliche Stammform aller Krebſe, welche ſich bei den meiſten noch heutzutage zunächſt aus dem Ei entwickelt, iſt urſprünglich eine und dieſelbe: der ſogenannte Nauplius. Dieſer merkwürdige Urkrebs ſtellt eine ſehr einfache gegliederte Thierform dar, deren Körper meiſtens die Geſtalt einer rundlichen, ovalen oder birnförmigen Scheibe hat, und auf ſeiner Bauchſeite nur drei Beinpaare trägt. Von dieſen iſt das erſte ungeſpalten, die beiden folgenden Paare gabelſpaltig. Vorn über dem Munde ſitzt ein einfaches unpaares Auge. Trotzdem die verſchiedenen Ordnungen der Cruſtaceen-Klaſſe in dem Bau ihres Körpers und ſeiner Anhänge ſich ſehr weit von einander entfernen, bleibt dennoch ihre jugendliche Naupliusform immer im Weſentlichen dieſelbe. Werfen Sie, um ſich hiervon zu überzeugen, einen vergleichenden Blick auf Taf. X und XI, deren nä-

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.


A
B
C
D
E
F


Ec
Cc
Be
Fc
Ac
A Limnetis.
B Cyclops.
C Lernaeocera.
D Lepas.
E Sacculina.
F Peneus.

NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

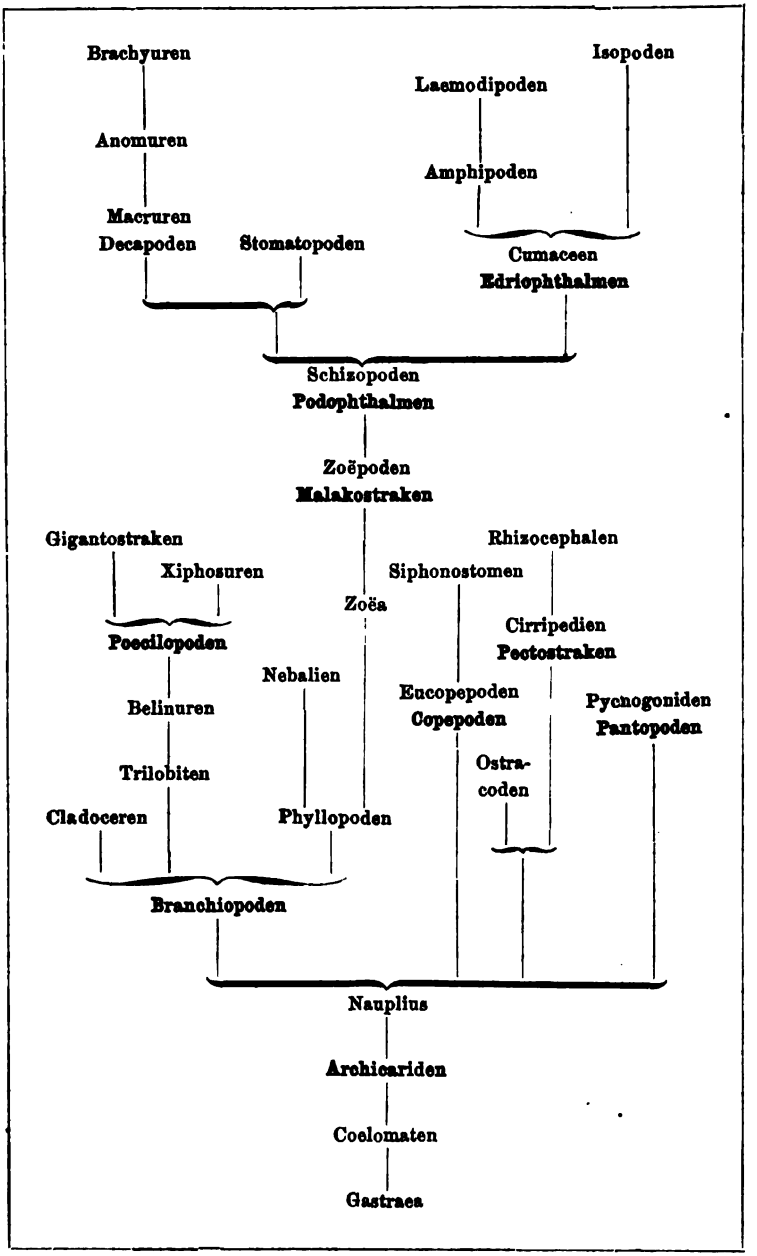
here Erklärung unten im Anhange gegeben wird. Auf Taf. XI sehen Sie die ausgebildeten Repräsentanten von sechs verschiedenen Krebsordnungen, einen Blattfüßer (Limnetis, Fig. Ac), einen Rankenkrebs (Lepas, Fig. Dc), einen Wurzelkrebs (Sacculina, Fig. Ec), einen Ruderkrebs (Cyclops, Fig. Bc), eine Fischlaus (Lernaeocera, Fig. Cc) und endlich eine hoch organisirte Garnele (Peneus, Fig. Fc). Diese sechs Krebse weichen in der ganzen Körperform, in der Zahl und Bildung der Beine u. s. w., wie Sie sehen, sehr stark von einander ab. Wenn Sie dagegen die aus dem Ei geschlüpften frühesten Jugendformen oder „Nauplius" dieser sechs verschiedenen Krebse betrachten, die auf Taf. X mit entsprechenden Buchstaben bezeichnet sind (Fig. An —En), so werden Sie durch die große Uebereinstimmung dieser letzteren überrascht sein. Die verschiedenen Nauplius-Formen jener sechs Ordnungen unterscheiden sich nicht stärker, wie etwa sechs verschiedene „gute Species" einer Gattung. Wir können daher mit Sicherheit auf eine gemeinsame Abstammung aller jener Ordnungen von einem gemeinsamen Urkrebse schließen, der dem heutigen Nauplius im Wesentlichen gleich gebildet war.

Wie man sich ungefähr die Abstammung der auf S. 488 aufgezählten 20 Crustaceen-Ordnungen von der gemeinsamen Stammform des Nauplius gegenwärtig vorstellen kann, zeigt Ihnen der gegenüberstehende Stammbaum (S. 489). Aus der ursprünglich als selbstständige Gattung existirenden Nauplius-Form haben sich als divergente Zweige nach verschiedenen Richtungen hin die fünf Legionen der niederen Krebse entwickelt, welche in der nachstehenden systematischen Uebersicht der Klasse als Gliederkrebse (Entomostraca) zusammengefaßt sind. Aber auch die höhere Abtheilung der Panzerkrebse (Malacostraca) hat aus der gemeinsamen Nauplusform ihren Ursprung genommen. Noch heute bildet die Nebalia eine unmittelbare Uebergangsform von den Phyllopoden zu den Schizopoden, d. h. zu der Stammform der stieläugigen und sitzäugigen Panzerkrebse. Jedoch hat sich hier der Nauplius zunächst in eine andere Larvenform, die sogenannte Zoëa, umgewandelt, welche eine hohe Bedeutung besitzt.

## Systematische Uebersicht

der 7 Legionen und 20 Ordnungen der Krebse oder Crustaceen.

| Legionen der Crustaceen | Ordnungen der Crustaceen | Systematischer Name der Ordnungen | Ein Gattungsname als Beispiel |
|---|---|---|---|
| **I. Entomostraca. Niedere Crustaceen** oder Gliederkrebse (ohne eigentliche Zoëa-Jugendform). | | | |
| I. Branchiopoda Kiemenfüßige Krebse | 1. Urkrebse | 1. Archicarida | Nauplius |
| | 2. Blattfüßer | 2. Phyllopoda | Limnetis |
| | 3. Paläaden | 3. Trilobita | Paradoxides |
| | 4. Wasserflöhe | 4. Cladocera | Daphnia |
| | 5. Muschelkrebse | 5. Ostracoda | Cypris |
| II. Pectostraca Hautkrebse | 6. Rankenkrebse | 6. Cirripedia | Lepas |
| | 7. Wurzelkrebse | 7. Rhizocephala | Sacculina |
| III. Copepoda Ruderfüßige Krebse | 8. Ruderkrebse | 8. Eucopepoda | Cyclops |
| | 9. Fischläuse | 9. Siphonostoma | Lernaeocera |
| IV. Pantopoda Spinnenkrebse | 10. Spinnenkrebse | 10. Pycnogonida | Nymphon |
| V. Poecilopoda Schildkrebse | 11. Pfeilschwänzer | 11. Xiphosura | Limulus |
| | 12. Riesenkrebse | 12. Gigantostraca | Eurypterus |
| **II. Malacostraca. Höhere Crustaceen** oder Panzerkrebse (mit wahrer Zoëa-Jugendform). | | | |
| VI. Podophthalma Stieläugige Panzerkrebse | 13. Zoëa-Krebse | 13. Zoëpoda | Zoëa |
| | 14. Spaltfüßer | 14. Schizopoda | Mysis |
| | 15. Maulfüßer | 15. Stomatopoda | Squilla |
| | 16. Zehnfüßer | 16. Decapoda | Penaeus |
| VII. Edriophthalma Sitzäugige Panzerkrebse | 17. Kuma-Krebse | 17. Cumacea | Cuma |
| | 18. Flohkrebse | 18. Amphipoda | Gammarus |
| | 19. Kehlfüßer | 19. Laemodipoda | Caprella |
| | 20. Asseln | 20. Isopoda | Oniscus |


Brachyuren
Isopoden
Laemodipoden
Anomuren
Amphipoden
Macruren
Decapoden
Stomatopoden
Cumaceen
Edriophthalmen
Schizopoden
Podophthalmen
Zoëpoden
Malakostraken
Gigantostraken
Rhizocephalen
Xiphosuren
Siphonostomen
Zoëa
Cirripedien
Poecilopoden
Pectostraken
Nebalien
Eucopepoden
Pycnogoniden
Belinuren
Copepoden
Pantopoden
Ostra-
coden
Trilobiten
Cladoceren
Phyllopoden
Branchiopoden
Nauplius
Archicariden
Coelomaten
Gastraea

Dieſe ſeltſame Zoëa hat wahrſcheinlich zunächſt der Ordnung der Spaltfüßer oder Schizopoden (Mysis etc.) den Urſprung gegeben, welche noch heutigen Tages durch die Nebalien unmittelbar mit den Blattfüßern oder Phyllopoden zuſammenhängen. Dieſe letzteren aber ſtehen von allen lebenden Krebſen der urſprünglichen Stammform des Nauplius am nächſten. Aus den Spaltfüßern haben ſich als zwei divergente Zweige nach verſchiedenen Richtungen hin die ſtieläugigen und die ſitzäugigen Panzerkrebſe oder Malokoſtraken entwickelt, die erſteren durch die Garneelen (Peneus etc.), die letzteren durch die Kumaceen (Cuma etc.) noch heute mit den Schizopoden zuſammenhängend. Zu den Stieläugigen gehört der Flußkrebs, der Hummer und die übrigen Langſchwänze oder Makruren, aus denen ſich erſt ſpäter in der Kreidezeit durch Rückbildung des Schwanzes die kurzſchwänzigen Krabben oder Brachyuren entwickelt haben. Die Sitzäugigen ſpalten ſich in die beiden Zweige der Flohkrebſe (Amphipoden) und der Aſſeln (Iſopoden), zu welchen letzteren unſere gemeine Maueraſſel und Kelleraſſel gehört.

Die zweite Hauptklaſſe der Gliederthiere, die Tracheaten oder die luftathmenden Tracheenkerfe (die Spinnen, Tauſendfüßer und Inſekten) ſind jedenfalls erſt im Anfang der paläolithiſchen Zeit, nach Abſchluß des archolithiſchen Zeitraums entſtanden, weil alle dieſe Thiere (im Gegenſatz zu den meiſt waſſerbewohnenden Krebſen) urſprünglich Landbewohner ſind. Offenbar können ſich dieſe Luftathmer erſt entwickelt haben, als nach Verfluß der ſiluriſchen Zeit das Landleben begann. Da nun aber foſſile Reſte von Spinnen und Inſekten bereits in den Steinkohlenſchichten gefunden werden, ſo können wir ziemlich genau den Zeitpunkt ihrer Entſtehung feſtſtellen. Es muß die Entwickelung der erſten Tracheenkrefe aus kiemenathmenden Zoëakrebſen oder aus Würmern zwiſchen das Ende der Silurzeit und den Beginn der Steinkohlenzeit fallen, alſo in die devoniſche Periode.

Die Entſtehung der Tracheaten hat kürzlich Gegenbaur durch eine geiſtreiche Hypotheſe zu erklären verſucht, in ſeinen ausgezeichneten „Grundzügen der vergleichenden Anatomie“[26]). Das Tracheen-

ſyſtem oder Luftröhrenſyſtem und die durch daſſelbe bedingten Modifi-cationen der Organiſation zeichnen die Inſekten, Tauſendfüßer und Spinnen ſo ſehr vor den übrigen Thieren aus, daß die Vorſtellung von ſeiner erſten Entſtehung der Phylogenie keine geringen Schwierig-keiten bereitet. Nach Gegenbaurs Anſicht ſtehen der gemeinſamen Stammform der Tracheaten unter allen jetzt lebenden Tracheenkerfen die Urflügler oder Archipteren am nächſten. Dieſe Inſekten, zu denen namentlich die zarten Eintagsfliegen (Ephemeren) und die flin-ken Waſſerjungfern (Libellen) gehören, beſitzen in ihrer erſten Jugend als Larven zum Theil äußere Tracheenkiemen, welche in Geſtalt von blattförmigen oder pinſelförmigen Anhängen in zwei Reihen auf der Rückenſeite des Leibes ſitzen. Aehnliche blattförmige oder pinſel-förmige Organe treffen wir als echte Waſſerathmungsorgane oder Kie-men bei vielen Krebſen und Ringelwürmern (Anneliden) an, und zwar bei den letzteren als wirkliche Rückengliedmaßen. Wahrſcheinlich ſind die „Tracheenkiemen", welche wir bei den Larven von vielen Urflüglern antreffen, als ſolche „Rücken-Extremitäten" zu deuten und aus den entſprechenden Anhängen von Anneliden oder vielleicht auch von längſt ausgeſtorbenen Cruſtaceen wirklich entſtanden. Aus der Ath-mung durch „Tracheenkiemen" hat ſich erſt ſpäter die gewöhnliche Tracheen-Athmung der Tracheaten hervorgebildet. Die Tracheenkiemen ſelbſt aber ſind theilweiſe verloren gegangen, theilweiſe zu den Flü-geln der Inſekten umgebildet worden. Gänzlich verloren gegangen ſind ſie in den beiden Klaſſen der Spinnen und Tauſendfüßer. Dieſe ſind demgemäß als rückgebildete oder eigenthümlich entwickelte Seiten-zweige der Inſektenklaſſe aufzufaſſen, welche ſich ſchon frühzeitig von der gemeinſamen Inſekten-Stammgruppe abgezweigt haben, und zwar die Spinnen früher als die Tauſendfüßer. Ob jene gemeinſame Stammform aller Tracheaten, die ich in der generellen Morphologie als Protracheata bezeichnet habe, ſich direkt aus echten Ringel-würmern oder zunächſt aus Zoëa-förmigen Cruſtaceen („Zoëpoden", S. 489) entwickelt hat, das wird ſich ſpäterhin wahrſcheinlich noch durch genauere Erkenntniß und Vergleichung der Ontogeneſe der Tra-

cheaten, Cruſtaceen und Anneliden feſtſtellen laſſen. Auf jeden Fall iſt die Wurzel der Tracheaten ebenſo wie der Cruſtaceen in der Gruppe der Coelomaten-Würmer zu ſuchen.

Die echten Spinnen (Arachnida) ſind durch den Mangel der Flügel und durch vier Beinpaare von den Inſekten unterſchieden. Wie jedoch die Skorpionſpinnen und die Geißelſkorpione deutlich zeigen, ſind eigentlich auch bei ihnen, wie bei den Inſekten, nur drei echte Beinpaare vorhanden. Das ſcheinbare vierte Beinpaar der Spinnen (das vorderſte) iſt eigentlich ein Kieferpaar. Unter den heute noch lebenden Spinnen giebt es eine kleine Gruppe, welche wahrſcheinlich der gemeinſamen Stammform der ganzen Klaſſe ſehr nahe ſteht. Das iſt die Ordnung der Skorpionſpinnen oder Solifugen (Solpuga, Galeodes), von der mehrere große, wegen ihres giftigen Biſſes ſehr gefürchtete Arten in Afrika und Aſien leben. Der Körper beſteht hier, wie wir es bei dem gemeinſamen Stammvater der Tracheaten vorausſetzen müſſen, aus drei getrennten Abſchnitten, einem Kopfe, welcher mehrere Kieferpaare trägt, einer Bruſt, an deren drei Ringen drei Beinpaare befeſtigt ſind, und einem vielgliederigen Hinterleibe. In der Gliederung des Leibes ſtehen demnach die Solifugen eigentlich den Inſekten näher, als den übrigen Spinnen. Aus den devoniſchen Urſpinnen, welche den heutigen Solifugen nahe verwandt waren, haben ſich wahrſcheinlich als drei divergente Zweige die Streckſpinnen, Schneiderſpinnen und Rundſpinnen entwickelt. (S. 495.)

Die Streckſpinnen (Arthrogastres) erſcheinen als die älteren und urſprünglicheren Formen, bei denen ſich die frühere Leibesgliederung beſſer erhalten hat, als bei den Rundſpinnen. Die wichtigſten Formen dieſer Unterklaſſe ſind die Skorpione, welche durch die Phryniden oder Geißelſkorpione mit den Solifugen verbunden werden. Als ein rückgebildeter Seitenzweig erſcheinen die kleinen Bücherſkorpione, welche unſere Bibliotheken und Herbarien bewohnen. In der Mitte zwiſchen den Skorpionen und den Rundſpinnen ſtehen die langbeinigen Schneiderſpinnen (Opiliones), welche vielleicht aus einem beſonderen Zweige der Solifugen entſtanden ſind. Die Pycnogoni-

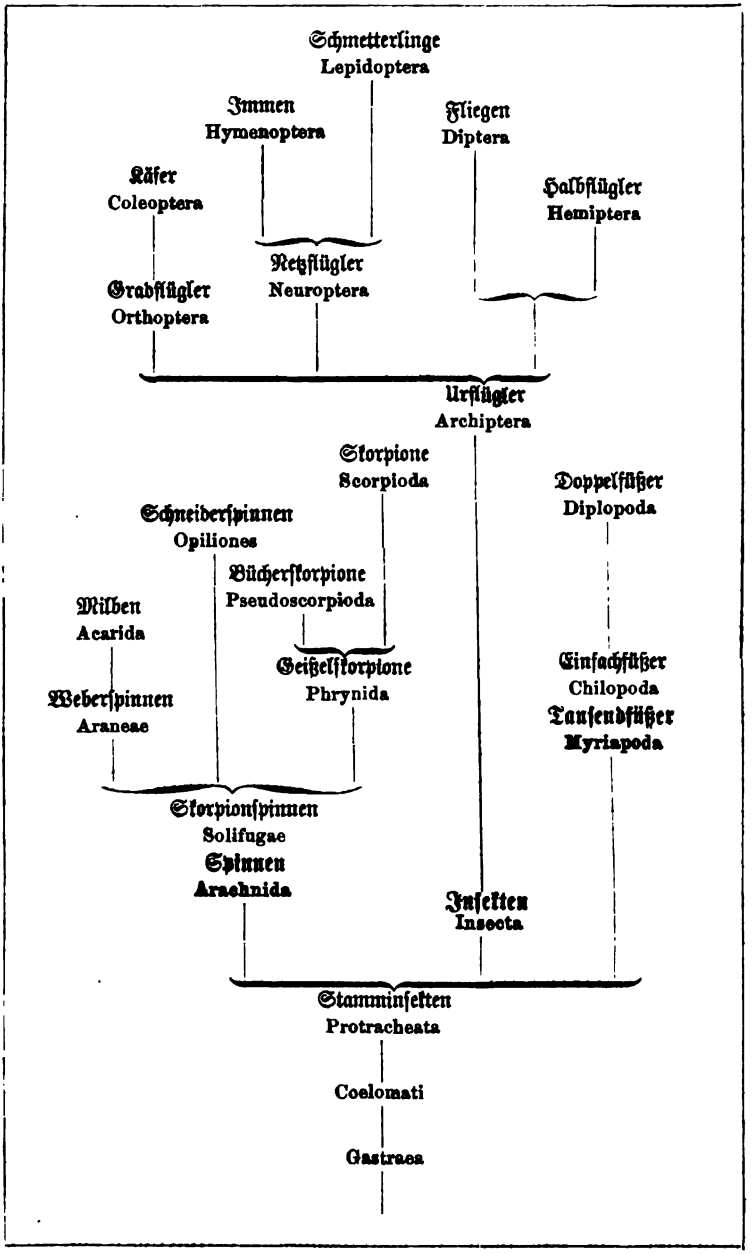
den oder Spinnenkrebſe und die Arktisken oder Bärwürmer, welche man gewöhnlich noch jetzt unter den Spinnen aufführt, ſind von dieſer Klaſſe ganz auszuſchließen. Die erſteren ſind unter die Cruſtaceen, die letzteren unter die Gliederwürmer zu ſtellen.

Verſteinerte Reſte von Streckſpinnen finden ſich bereits in der Steinkohle. Dagegen kommt die zweite Unterklaſſe der Arachniden, die Rundſpinnen (Sphaerogastres), verſteinert zuerſt im Jura, alſo ſehr viel ſpäter, vor. Sie haben ſich aus einem Zweige der Solifugen dadurch entwickelt, daß die Leibesringe mehr oder weniger mit einander verſchmolzen. Bei den eigentlichen Weberſpinnen (Araneae), welche wir wegen ihrer feinen Webekünſte bewundern, geht die Verſchmelzung der Rumpfglieder oder Metameren ſo weit, daß der Rumpf nur noch aus zwei Stücken beſteht, einer Kopfbruſt, welche die Kiefer und die vier Beinpaare trägt, und einem anhangsloſen Hinterleib, an welchem die Spinnwarzen ſitzen. Bei den Milben (Acarida), welche wahrſcheinlich aus einem verkümmerten Seitenzweige der Weberſpinnen durch Entartung (insbeſondere durch Schmarotzerleben) entſtanden ſind, verſchmelzen ſogar noch dieſe beiden Rumpfſtücke mit einander zu einer ungegliederten Maſſe.

Die Klaſſe der Tauſendfüßer (Myriapoda), die kleinſte und formenärmſte unter den vier Arthropodenklaſſen, zeichnet ſich durch den ſehr verlängerten Leib aus, welcher einem gegliederten Ringelwurme ſehr ähnlich iſt und oft mehr als hundert Beinpaare trägt. Aber auch ſie hat ſich urſprünglich aus einer ſechsbeinigen Tracheatenform entwickelt, wie die individuelle Entwickelung der Tauſendfüßer im Ei deutlich beweiſt. Ihre Embryonen haben zuerſt nur drei Beinpaare, gleich den echten Inſekten, und erſt ſpäter knospen Stück für Stück die folgenden Beinpaare aus den wuchernden Hinterleibsringen hervor. Von den beiden Ordnungen der Tauſendfüßer (welche bei uns unter Baumrinden, im Moſe u. ſ. w. leben), haben ſich wahrſcheinlich die runden Doppelfüßer (Diplopoda) erſt ſpäter aus dem älteren platten Einfachfüßern (Chilopoda) entwickelt, indem je

## Syſtematiſche Ueberſicht
der 3 Klaſſen und 17 Ordnungen der Tracheaten.

| Klaſſen der Tracheaten | Unterklaſſen der Tracheaten | Ordnungen der Tracheaten | Zwei Gattungsnamen als Beiſpiele |
|---|---|---|---|
| I. Spinnen *Arachnida* | I. Streckſpinnen *Arthrogastres* | 1. Skorpionſpinnen *Solifugae* | Solpuga, Galeodes |
| | | 2. Geißelſkorpione *Phrynida* | Phrynus, Thelyphonus |
| | | 3. Skorpione *Scorpioda* | Scorpio, Buthus |
| | | 4. Bücherſkorpione *Pseudoscorpioda* | Obisium, Chelifer |
| | | 5. Schneiderſpinnen *Opilionida* | Phalangium, Opilio |
| | II. Rundſpinnen *Sphaerogastres* | 6. Weberſpinnen *Araneae* | Epeira, Mygale |
| | | 7. Milben *Acarida* | Sarcoptes, Demodex |
| II. Tauſendfüßer *Myriapoda* | III. Einfachfüßer *Chilopoda* | 8. Einfachfüßer *Chilopoda* | Scolopendra, Geophilus |
| | IV. Doppelfüßer *Diplopoda* | 9. Doppelfüßer *Diplopoda* | Julus, Polydesmus |
| III. Inſekten *Insecta* oder *Hexapoda* | V. Kauende Inſekten *Masticantia* | 10. Urflügler *Archiptera* | Ephemera, Libellula |
| | | 11. Netzflügler *Neuroptera* | Hemerobius, Phryganea |
| | | 12. Grabflügler *Orthoptera* | Locusta, Forficula |
| | | 13. Käfer *Coleoptera* | Cicindela, Melolontha |
| | | 14. Hautflügler *Hymenoptera* | Apis, Formica |
| | VI. Saugende Inſekten *Sugentia* | 15. Halbflügler *Hemiptera* | Aphis, Cimex |
| | | 16. Fliegen *Diptera* | Culex, Musca |
| | | 17. Schmetterlinge *Lepidoptera* | Bombyx, Papilio |


Schmetterlinge
Lepidoptera
Immen
Hymenoptera
Fliegen
Diptera
Käfer
Coleoptera
Halbflügler
Hemiptera
Netzflügler
Neuroptera
Grabflügler
Orthoptera
Urflügler
Archiptera
Skorpione
Scorpioda
Doppelfüßer
Diplopoda
Schneiderſpinnen
Opiliones
Bücherſkorpione
Pseudoscorpioda
Milben
Acarida
Geißelſkorpione
Phrynida
Einfachfüßer
Chilopoda
Weberſpinnen
Araneae
Tauſendfüßer
Myriapoda
Skorpionſpinnen
Solifugae
Spinnen
Arachnida
Inſekten
Insecta
Stamminſekten
Protracheata
Coelomati
Gastraea

zwei Ringe des Leibes paarweiſe mit einander verſchmelzen. Von den Chilopoden finden ſich foſſile Reſte zuerſt im Jura vor.

Die dritte und letzte Klaſſe unter den tracheenathmenden Arthropoden iſt die der Inſekten (Insecta oder Hexapoda), die umfangreichſte von allen Thierklaſſen, und nächſt derjenigen der Säugethiere auch die wichtigſte von allen. Trotzdem die Inſekten eine größere Mannichfaltigkeit von Gattungen und Arten entwickeln, als die übrigen Thiere zuſammengenommen, ſind das alles doch im Grunde nur oberflächliche Variationen eines einzigen Themas, welches in ſeinen weſentlichen Charakteren ſich ganz beſtändig erhält. Bei allen Inſekten ſind die drei Abſchnitte des Rumpfes, Kopf, Bruſt und Hinterleib deutlich getrennt. Der Hinterleib oder das Abdomen trägt, wie bei den Spinnen, gar keine gegliederten Anhänge. Der mittlere Abſchnitt, die Bruſt oder der Thorax, trägt auf der Bauchſeite die drei Beinpaare, auf der Rückenſeite urſprünglich zwei Flügelpaare. Freilich ſind bei ſehr vielen Inſekten eines oder beide Flügelpaare verkümmert, oder ſelbſt ganz verſchwunden. Allein die vergleichende Anatomie der Inſekten zeigt uns deutlich, daß dieſer Mangel erſt nachträglich durch Verkümmerung der Flügel entſtanden iſt, und daß alle jetzt lebenden Inſekten von einem gemeinſamen Stammінſekt abſtammen, welches drei Beinpaare und zwei Flügelpaare beſaß (vergl. S. 256). Dieſe Flügel, welche die Inſekten ſo auffallend vor den übrigen Gliedfüßern auszeichen, entſtanden, wie ſchon vorher gezeigt wurde, wahrſcheinlich aus den Tracheenkiemen, welche wir noch heute an den im Waſſer lebenden Larven der Eintagsfliegen (Ephemera) beobachten.

Der Kopf der Inſekten trägt allgemein außer den Augen ein Paar gegliederte Fühlhörner oder Antennen, und außerdem auf jeder Seite des Mundes drei Kiefer. Dieſe drei Kieferpaare, obgleich bei allen Inſekten aus derſelben urſprünglichen Grundlage entſtanden, haben ſich durch verſchiedenartige Anpaſſung bei den verſchiedenen Ordnungen zu höchſt mannichfaltigen und merkwürdigen Formen umgebildet, ſo daß man ſie hauptſächlich zur Unterſcheidung und

Charakteriſtik der Hauptabtheilungen der Klaſſe verwendet. Zunächſt kann man als zwei Hauptabtheilungen Inſekten mit kauenden Mundtheilen (Masticantia) und Inſekten mit ſaugenden Mundwerkzeugen (Sugentia) unterſcheiden. Bei genauerer Betrachtung kann man noch ſchärfer jede dieſer beiden Abtheilungen in zwei Untergruppen vertheilen. Unter den Kauinſekten oder Maſticantien können wir die beißenden und die leckenden unterſcheiden. Zu den Beißenden (Mordentia) gehören die älteſten und urſprünglichſten Inſekten, die vier Ordnungen der Urflügler, Netzflügler, Geradflügler und Käfer. Die Leckenden (Lambentia) werden bloß durch die eine Ordnung der Hautflügler gebildet. Unter den Sauginſekten oder Sugentien können wir die beiden Gruppen der ſtechenden und ſchlürfenden unterſcheiden. Zu den Stechenden (Pungentia) gehören die beiden Ordnungen der Halbflügler und Fliegen, zu den Schlürfenden (Sorbentia) bloß die Schmetterlinge.

Den älteſten Inſekten, welche die Stammformen der ganzen Klaſſe (und ſomit wahrſcheinlich auch aller Tracheaten) enthalten, ſtehen von den heute noch lebenden Inſekten am nächſten die beißenden, und zwar die Ordnung der Urflügler (Archiptera oder Pseudoneuroptera). Dahin gehören vor allen die Eintagsfliegen (Ephemera), deren im Waſſer lebende Larven uns wahrſcheinlich noch heute in ihren Tracheenkiemen die Organe zeigen, aus denen die Inſektenflügel entſtanden. Ferner gehören in dieſe Ordnung die bekannten Waſſerjungfern oder Libellen, die flügelloſen Zuckergäſte (Lepisma) und Springſchwänze (Collembola), die Blaſenfüßer (Physopoda), und die gefürchteten Termiten, von denen ſich verſteinerte Reſte ſchon in der Steinkohle finden. Unmittelbar hat ſich wahrſcheinlich aus den Urflüglern die Ordnung der Netzflügler (Neuroptera) entwickelt, welche ſich von ihnen weſentlich nur durch die vollkommene Verwandlung unterſcheiden. Es gehören dahin die Florfliegen (Planipennia), die Schmetterlingsfliegen (Phryganida), und die Fächerfliegen (Strepsiptera). Foſſile Inſekten, welche den Uebergang von den

Urflüglern (Libellen) zu den Netzflüglern (Sialiden) vermitteln, kommen ſchon in der Steinkohle vor (Dictyophlebia).

Aus einem anderen Zweige der Urflügler hat ſich durch Differenzirung der beiden Flügelpaare ſchon frühzeitig die Ordnung der Gradflügler (Orthoptera) entwickelt. Dieſe Abtheilung beſteht aus der formenreichen Gruppe der Schaben, Heuſchrecken, Grillen u. ſ. w. (Ulonata), und aus der kleinen Gruppe der bekannten Ohrwürmer (Labidura), welche durch die Kneifzange am hinteren Körperende ausgezeichnet ſind. Sowohl von Schaben als von Grillen und Heuſchrecken kennt man Verſteinerungen aus der Steinkohle.

Auch die vierte Ordnung der beißenden Inſekten, die der Käfer (Coleoptera), kommt bereits in der Steinkohle verſteinert vor. Dieſe außerordentlich umfangreiche Ordnung, der bevorzugte Liebling der Inſektenliebhaber und Sammler, zeigt am deutlichſten von allen, welche unendliche Formenmannichfaltigkeit ſich durch Anpaſſung an verſchiedene Lebensverhältniſſe äußerlich entwickeln kann, ohne daß deshalb der innere Bau und die Grundform des Körpers irgendwie weſentlich umgebildet wird. Wahrſcheinlich haben ſich die Käfer aus einem Zweige der Gradflügler entwickelt, von denen ſie ſich weſentlich nur durch ihre vollkommene Verwandlung unterſcheiden.

An dieſe vier Ordnungen der beißenden Inſekten ſchließt ſich nun zunächſt die eine Ordnung der leckenden Inſekten an, die intereſſante Gruppe der Immen oder Hautflügler (Hymenoptera). Dahin gehören diejenigen Inſekten, welche ſich durch ihre entwickelten Kulturzuſtände, durch ihre weitgehende Arbeitstheilung, Gemeindebildung und Staatenbildung zu bewunderungswürdiger Höhe des Geiſteslebens, der intellektuellen Vervollkommnung und der Charakterſtärke erhoben haben und dadurch nicht allein die meiſten Wirbelloſen, ſondern überhaupt die meiſten Thiere übertreffen. Es ſind das vor allen die Ameiſen und die Bienen, ſodann die Weſpen, Blattweſpen, Holzweſpen, Schlupfweſpen, Gallweſpen u. ſ. w. Sie kommen zuerſt verſteinert im Jura vor, in größerer Menge jedoch erſt

in den Tertiärſchichten. Wahrſcheinlich haben ſich die Hautflügler aus einem Zweige entweder der Urflügler oder der Netzflügler entwickelt.

Von den beiden Ordnungen der ſtechenden Inſekten, den Hemipteren und Dipteren, iſt die ältere diejenige der Halbflügler (Hemiptera), auch Schnabelkerfe (Rhynchota) genannt. Dahin gehören die drei Unterordnungen der Blattläuſe (Homoptera), der Wanzen (Heteroptera), und der Läuſe (Pediculina). Von erſteren beiden finden ſich foſſile Reſte ſchon im Jura. Aber ſchon im permiſchen Syſtem kommt ein merkwürdiges Inſekt vor (Eugereon), welches auf die Abſtammung der Hemipteren von den Neuropteren hinzudeuten ſcheint. Wahrſcheinlich ſind von den drei Unterordnungen der Hemipteren die älteſten die Homopteren, zu denen außer den eigentlichen Blattläuſen auch noch die Schildläuſe, die Blattflöhe und die Zirpen oder Cicaden gehören. Aus zwei verſchiedenen Zweigen der Homopteren werden ſich die Läuſe durch weitgehende Entartung (vorzüglich Verluſt der Flügel), die Wanzen dagegen durch Vervollkommnung (Sonderung der beiden Flügelpaare) entwickelt haben.

Die zweite Ordnung der ſtechenden Inſekten, die Fliegen oder Zweiflügler (Diptera) findet ſich zwar auch ſchon im Jura verſteinert neben den Halbflüglern vor; allein dieſelben haben ſich doch wahrſcheinlich erſt nachträglich aus den Hemipteren durch Rückbildung der Hinterflügel entwickelt. Nur die Vorderflügel ſind bei den Dipteren vollſtändig geblieben. Die Hauptmaſſe dieſer Ordnung bilden die langgeſtreckten Mücken (Nemocera) und die gedrungenen eigentlichen Fliegen (Brachycera), von denen die erſteren wohl älter ſind. Doch finden ſich von Beiden ſchon Reſte im Jura vor. Durch Degeneration in Folge von Paraſitismus haben ſich aus ihnen wahrſcheinlich die beiden kleinen Gruppen der puppengebärenden Lausfliegen (Pupipara) und der ſpringenden Flöhe (Aphaniptera) entwickelt.

Die achte und letzte Inſektenordnung, und zugleich die einzige mit wirklich ſchlürfenden Mundtheilen ſind die Schmetterlinge (Lepidoptera). Dieſe Ordnung erſcheint in mehreren morphologiſchen Beziehungen als die vollkommenſte Abtheilung der Inſekten und

hat ſich demgemäß auch erſt am ſpäteſten entwickelt. Man kennt nämlich von dieſer Ordnung Verſteinerungen nur aus der Tertiärzeit, während die drei vorhergehenden Ordnungen bis zum Jura, die vier beißenden Ordnungen dagegen ſogar bis zur Steinkohle hinaufreichen. Die nahe Verwandtſchaft einiger Motten (Tinea) und Eulen (Noctua) mit einigen Schmetterlingsfliegen (Phryganida) macht es wahrſcheinlich, daß ſich die Schmetterlinge aus dieſer Gruppe, alſo aus der Ordnung der Netzflügler oder Neuropteren entwickelt haben.

Wie Sie ſehen, beſtätigt Ihnen die ganze Geſchichte der Inſektenklaſſe und weiterhin auch die Geſchichte des ganzen Arthropodenſtammes weſentlich die großen Geſetze der Differenzirung und Vervollkommnung, welche wir nach Darwin's Selectionstheorie als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung anerkennen müſſen. Der ganze formenreiche Stamm beginnt in archolithiſcher Zeit mit der kiemenathmenden Klaſſe der Krebſe, und zwar mit den niederſten Urkrebſen oder Archicariden. Die Geſtalt dieſer Urkrebſe, die ſich jedenfalls aus Gliedwürmern entwickelten, iſt uns noch heute in der gemeinſamen Jugendform der verſchiedenen Krebſe, in dem merkwürdigen Nauplius, annähernd erhalten. Aus dem Nauplius entwickelte ſich weiterhin die ſeltſame Zoëa, die gemeinſame Jugendform aller höheren oder Panzerkrebſe (Malacostraca) und zugleich vielleicht desjenigen, zuerſt durch Tracheen Luft athmenden Arthropoden, welcher der gemeinſame Stammvater aller Tracheaten wurde. Dieſer devoniſche Stammvater, der zwiſchen dem Ende der Silurzeit und dem Beginn der Steinkohlenzeit entſtanden ſein muß, ſtand wahrſcheinlich von allen jetzt noch lebenden Inſekten den Urflüglern oder Archipteren am nächſten. Aus ihm entwickelte ſich als Hauptſtamm der Tracheaten die Inſektenklaſſe, von deren tieferen Stufen ſich frühzeitig als zwei divergente Zweige die Spinnen und Tauſendfüßer ablöſten. Von den Inſekten exiſtirten lange Zeit hindurch nur die vier beißenden Ordnungen, Urflügler, Netzflügler, Gradflügler und Käfer, von denen die erſte wahrſcheinlich die gemeinſame Stammform der drei anderen iſt. Erſt viel ſpäter ent-

wickelten ſich aus den beißenden Inſekten, welche die urſprüngliche Form der drei Kieferpaare am reinſten bewahrten, als drei divergente Zweige die leckenden, ſtechenden und ſchlürfenden Inſekten. Wie dieſe Ordnungen in der Erdgeſchichte auf einander folgen, zeigt Ihnen nochmals überſichtlich die nachſtehende Tabelle.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| A. Inſekten mit kauenden Mundtheilen Masticantia | I. Beißende Inſekten *Mordentia* | 1. Urflügler Archiptera | M. I. A. A. | Zuerſt verſteinert in der Steinkohle |
| | | 2. Netzflügler Neuroptera | M. C. A. A. | |
| | | 3. Grabflügler Orthoptera | M. I. A. D. | |
| | | 4. Käfer Coleoptera | M. C. A. D. | |
| | II. Leckende Inſekten *Lambentia* | 5. Hautflügler Hymenoptera | M. C. A. A. | Zuerſt verſteinert im Jura |
| B. Inſekten mit ſaugenden Mundtheilen Sugentia | III. Stechende Inſekten *Pungentia* | 6. Halbflügler Hemiptera | M. I. A. A. | |
| | | 7. Fliegen. Diptera | M. C. A. D. | |
| | IV. Schlürfende Inſekten *Sorbentia* | 8. Schmetterlinge Lepidoptera | M. C. A. A. | Zuerſt verſteinert im Tertiär |

Anmerkung: Bei den acht einzelnen Ordnungen der Inſekten iſt zugleich der Unterſchied in der Metamorphoſe oder Verwandlung und in der Flügelbildung durch folgende Buchſtaben angegeben: M. I. = Unvollſtändige Metamorphoſe. M. C. = Vollſtändige Metamorphoſe (Vergl. Gen. Morph. II, S. XCIX). A. A. = Gleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel im Bau und Gewebe nicht oder nur wenig verſchieden). A. D. = Ungleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel durch ſtarke Differenzirung im Bau und Gewebe ſehr verſchieden).

# Zwanzigster Vortrag.

## Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.

## III. Wirbelthiere.

---

Die Schöpfungsurkunden der Wirbelthiere. (Vergleichende Anatomie, Embryologie und Paläontologie.) Das natürliche Syſtem der Wirbelthiere. Die vier Klaſſen der Wirbelthiere von Linné und Lamarck. Vermehrung derſelben auf neun Klaſſen. Hauptklaſſe der Rohrherzen oder Schädelloſen (Lanzetthiere). Blutsverwandtſchaft der Schädelloſen mit den Mantelthieren. Uebereinſtimmung der embryonalen Entwickelung von Amphioxus und von den Ascidien. Urſprung des Wirbelthierſtammes aus der Würmergruppe. Hauptklaſſe der Unpaarnaſen oder Rundmäuler (Inger und Lampreten). Hauptklaſſe der Anamnien oder Amnionloſen. Fiſche (Urfiſche, Schmelzfiſche, Knochenfiſche). Lurchfiſche oder Dipneuſten. Seebrachen oder Haliſaurier. Lurche oder Amphibien (Panzerlurche, Nacktlurche). Hauptklaſſe der Amnionthiere oder Amnioten. Reptilien (Stammreptilien, Eidechſen, Schlangen, Crocodile, Schildkröten, Flugreptilien, Drachen, Schnabelreptilien). Vögel (Federſchwänzige, Fächerſchwänzige, Büſchelſchwänzige).

Meine Herren! Unter den natürlichen Hauptgruppen der Organismen, welche wir wegen der Blutsverwandtſchaft aller darin vereinigten Arten als Stämme oder Phylen bezeichnen, iſt keine einzige von ſo hervorragender und überwiegender Bedeutung, als der Stamm der Wirbelthiere. Denn nach dem übereinſtimmenden Urtheil aller Zoologen iſt auch der Menſch ein Glied dieſes Stammes, und kann ſeiner ganzen Organiſation und Entwickelung nach unmöglich von den übrigen Wirbelthieren getrennt werden. Wie wir aber aus der individuellen Entwickelungsgeſchichte des Menſchen ſchon

früher die unbestreitbare Thatsache erkannt haben, daß derselbe in seiner Entwickelung aus dem Ei anfänglich nicht von den übrigen Wirbelthieren, und namentlich den Säugethieren, verschieden ist, so müssen wir nothwendig mit Beziehung auf seine paläontologische Entwickelungsgeschichte schließen, daß das Menschengeschlecht sich historisch wirklich aus niederen Wirbelthieren entwickelt hat, und daß dasselbe zunächst von den Säugethieren abstammt. Dieser Umstand einerseits, anderseits aber das vielseitige höhere Interesse, das auch in anderer Beziehung die Wirbelthiere vor den übrigen Organismen in Anspruch nehmen, wird es rechtfertigen, daß wir den Stammbaum der Wirbelthiere und dessen Ausdruck, das natürliche System, hier besonders genau untersuchen.

Glücklicherweise sind die Schöpfungsurkunden, welche uns bei der Aufstellung der Stammbäume immer leiten müssen, grade für diesen wichtigen Thierstamm, aus dem unser eigenes Geschlecht entsprossen ist, besonders vollständig. Durch Cuvier ist schon im Anfange unseres Jahrhunderts die vergleichende Anatomie und Paläontologie, durch Bär die Ontogenie der Wirbelthiere zu einer sehr hohen Ausbildung gelangt. Späterhin haben vorzüglich die vergleichend-anatomischen Untersuchungen von Johannes Müller und Rathke, und in neuester Zeit diejenigen von Gegenbaur und Huxley unsere Erkenntniß von den natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen der verschiedenen Wirbelthiergruppen bedeutend gefördert. Insbesondere haben die klassischen Arbeiten von Gegenbaur, welche überall von dem Grundgedanken der Descendenztheorie durchdrungen sind, den Beweis geführt, daß das vergleichend-anatomische Material, wie bei allen übrigen Thieren, so ganz besonders im Wirbelthierstamm, erst durch die Anwendung der Abstammungslehre seine wahre Bedeutung und Geltung erhält. Auch hier, wie überall, sind die Analogien auf die Anpassung, die Homologien auf die Vererbung zurückzuführen. Wenn wir sehen, daß die Gliedmaßen der verschiedensten Wirbelthiere trotz ihrer außerordentlich verschiedenen äußeren Form dennoch wesentlich denselben inneren

Bau beſitzen, wenn wir ſehen, daß dem Arme des Menſchen und des Affen, dem Flügel der Fledermaus und des Vogels, der Bruſtfloſſe der Walfiſche und der Seedrachen, den Vorderbeinen der Hufthiere und der Fröſche immer dieſelben Knochen in derſelben charakteriſtiſchen Lagerung, Gliederung und Verbindung zu Grunde liegen, ſo können wir dieſe wunderbare Uebereinſtimmung und Homologie nur durch die gemeinſame Vererbung von einer einzigen Stammform erklären. Die auffallenden Unterſchiede dieſer homologen Körpertheile dagegen rühren von der Anpaſſung an verſchiedene Exiſtenzbedingungen her (vergl. Taf. IV, S. 363).

Ebenſo wie die vergleichende Anatomie iſt auch die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeſchichte für den Stammbaum der Wirbelthiere von ganz beſonderer Wichtigkeit. Die erſten aus dem Ei entſtehenden Entwickelungszuſtände ſind bei allen Wirbelthieren im Weſentlichen ganz gleich, und behalten um ſo länger ihre Uebereinſtimmung, je näher ſich die betreffenden ausgebildeten Wirbelthierformen im natürlichen Syſtem, d. h. im Stammbaum, ſtehen. Wie weit dieſe Uebereinſtimmung der Keimformen oder Embryonen ſelbſt bei den höchſt entwickelten Wirbelthieren noch jetzt geht, das habe ich Ihnen ſchon früher gelegentlich erläutert (vergl. S. 264—276). Die völlige Uebereinſtimmung in Form und Bau, welche z. B. zwiſchen den Embryonen des Menſchen und des Hundes, des Vogels und der Schildkröte ſelbſt noch in den auf Taf. II und III dargeſtellten Entwickelungszuſtänden beſteht, iſt eine Thatſache von unermeßlicher Bedeutung und liefert uns die wichtigſten Anhaltspunkte zur Conſtruction des Stammbaums.

Endlich ſind auch die paläontologiſchen Schöpfungsurkunden grade bei den Wirbelthieren von ganz beſonderem Werthe. Denn die verſteinerten Wirbelthierreſte gehören größtentheils dem knöchernen Skelete dieſer Thiere an, einem Organſyſteme, welches für das Verſtändniß ihres Organismus von der größten Bedeutung iſt. Allerdings iſt auch hier, wie überall, die Verſteinerungsurkunde äußerſt unvollſtändig und lückenhaft. Allein immerhin ſind uns von den

ausgestorbenen Wirbelthieren wichtigere Reste im versteinerten Zustande erhalten, als von den meisten anderen Thiergruppen, und einzelne Trümmer geben oft die bedeutendsten Fingerzeige über das Verwandtschaftsverhältniß und die historische Aufeinanderfolge der Gruppen.

Die Bezeichnung Wirbelthiere (Vertebrata) rührt, wie ich schon früher erwähnte, von dem großen Lamarck her, welcher zuerst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts unter diesem Namen die vier oberen Thierklassen Linné's zusammenfaßte: die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische. Die beiden niederen Klassen Linné's, die Insekten und Würmer, stellte Lamarck den Wirbelthieren gegenüber als Wirbellose (Invertebrata, später auch Evertebrata genannt).

Die Eintheilung der Wirbelthiere in die vier genannten Klassen wurde auch von Cuvier und seinen Nachfolgern, und in Folge dessen von vielen Zoologen noch bis auf die Gegenwart festgehalten. Aber schon 1822 erkannte der ausgezeichnete Anatom Blainville aus der vergleichenden Anatomie, und fast gleichzeitig unser großer Embryologe Bär aus der Ontogenie der Wirbelthiere, daß Linné's Klasse der Amphibien eine unnatürliche Vereinigung von zwei ganz verschiedenen Klassen sei. Diese beiden Klassen hatte schon 1820 Merrem als zwei Hauptgruppen der Amphibien unter dem Namen der Pholidoten und Batrachier getrennt. Die Batrachier, welche heutzutage gewöhnlich als Amphibien (im engeren Sinne!) bezeichnet werden, umfassen die Frösche, Salamander, Kiemenmolche, Cäcilien und die ausgestorbenen Labyrinthodonten. Sie schließen sich in ihrer ganzen Organisation eng an die Fische an. Die Pholidoten oder Reptilien dagegen sind viel näher den Vögeln verwandt. Es gehören dahin die Eidechsen, Schlangen, Krokodile und Schildkröten und die vielgestaltige Formengruppe der mesolithischen Drachen (Dinosauria), der fliegenden Reptilien u. s. w.

Im Anschluß an diese naturgemäße Scheidung der Amphibien in zwei Klassen theilte man nun den ganzen Stamm der Wirbelthiere

in zwei Hauptgruppen. Die erſte Hauptgruppe, die Fiſche und Amphibien, athmen entweder zeitlebens oder doch in der Jugend durch Kiemen, und werden daher als Kiemenwirbelthiere bezeichnet (Branchiata oder Anallantoidia). Die zweite Hauptgruppe dagegen, Reptilien, Vögel und Säugethiere, athmen zu keiner Zeit ihres Lebens durch Kiemen, ſondern ausſchließlich durch Lungen, und heißen deshalb auch paſſend kiemenloſe oder Lungenwirbelthiere (Ebranchiata oder Allantoidia). So richtig dieſe Unterſcheidung auch iſt, ſo können wir doch bei derſelben nicht ſtehen bleiben, wenn wir zu einem wahren natürlichen Syſtem des Wirbelthierſtammes, und zu einem naturgemäßen Verſtändniß ſeines Stammbaums gelangen wollen. Vielmehr müſſen wir dann, wie ich in meiner generellen Morphologie gezeigt habe, noch drei weitere Wirbelthierklaſſen unterſcheiden, indem wir die bisherige Fiſchklaſſe in vier verſchiedene Klaſſen auflöſen (Gen. Morph. Bd. II, Taf. VII, S. CXVI—CLX).

Die erſte und niederſte von dieſen Klaſſen wird durch die Schädelloſen (Acrania) oder Rohrherzen (Leptocardia) gebildet, von denen heutzutage nur noch ein einziger Repräſentant lebt, das merkwürdige Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus). Als zweite Klaſſe ſchließen ſich an dieſe zunächſt die Unpaarnaſen (Monorhina) oder Rundmäuler (Cyclostoma) an, zu denen die Inger (Myxinoiden) und die Lampreten (Petromyzonten) gehören. Die dritte Klaſſe erſt würden die echten Fiſche (Pisces) bilden und an dieſe würden ſich als vierte Klaſſe die Lurchfiſche (Dipneusta) anſchließen: Uebergangsformen von den Fiſchen zu den Amphibien. Durch dieſe Unterſcheidung, welche, wie Sie gleich ſehen werden, für die Genealogie der Wirbelthiere ſehr wichtig iſt, wird die urſprüngliche Vierzahl der Wirbelthierklaſſen auf das Doppelte geſteigert.

In neueſter Zeit endlich iſt noch eine neunte Wirbelthierklaſſe zu dieſen acht Klaſſen hinzugekommen. Durch die kürzlich veröffentlichten vergleichend-anatomiſchen Unterſuchungen von Gegenbaur nämlich hat ſich herausgeſtellt, daß die merkwürdige Abtheilung der Seedrachen (Halisauria), welche man bisher unter den Reptilien

aufführte, weit von diesen verschieden und als eine besondere Klasse anzusehen ist, welche sich noch vor den Amphibien von dem Wirbelthierstamme abgezweigt hat. Es gehören dahin die berühmten großen Ichthyosauren und Plesiosauren der Jura- und Kreidezeit, und die älteren Simosauren der Triaszeit, welche sich alle näher an die Fische als an die Amphibien anschließen.

Diese neun Klassen der Wirbelthiere sind aber keineswegs von gleichem genealogischen Werthe. Vielmehr müssen wir dieselben in der Weise, wie es Ihnen bereits die systematische Uebersicht auf S. 448 zeigte, auf vier verschiedene Hauptklassen vertheilen. Zunächst können wir die drei höchsten Klassen, die Säugethiere, Vögel und Schleicher als eine natürliche Hauptklasse unter dem Namen der Amnionthiere (Amniota) zusammenfassen. Diesen stellen sich naturgemäß als eine zweite Hauptklasse die Amnionlosen (Anamnia) gegenüber, nämlich die vier Klassen der Lurche, Seedrachen, Lurchfische und Fische. Die genannten sieben Klassen, sowohl die Amnionlosen als die Amnionthiere, stimmen unter sich in zahlreichen Merkmalen überein, durch welche sie sich von den beiden niedersten Klassen (den Unpaarnasen und Rohrherzen) unterscheiden. Wir können sie daher in der natürlichen Hauptgruppe der Paarnasen (Amphirrhina) vereinigen. Endlich sind diese Paarnasen wiederum viel näher den Rundmäulern oder Unpaarnasen, als den Schädellosen oder Rohrherzen verwandt. Wir können daher mit vollem Rechte die Paarnasen mit den Unpaarnasen in einer obersten Hauptgruppe zusammenstellen und diese als Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia) der einzigen Klasse der Schädellosen oder Rohrherzen gegenüberstellen. Durch diese, von mir vorgeschlagene Klassifikation der Wirbelthiere wird es möglich, die wichtigsten genealogischen Beziehungen ihrer neun Klassen klar zu übersehen. Das systematische Verhältniß dieser Gruppen zu einander läßt sich durch folgende Uebersicht kurz ausdrücken.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A. Schädelloſe (Acrania) | | | | 1. Rohrherzen | 1. Leptocardia |
| B. Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia) | a. Unpaarnaſen *Monorrhina* | | | 2. Rundmäuler | 2. Cyclostoma |
| | b. Paarnaſen *Amphirrhina* | I. Amnionloſe Anamnia | | 3. Fiſche | 3. Pisces |
| | | | | 4. Lurchfiſche | 4. Dipneusta |
| | | | | 5. Seedrachen | 5. Halisauria |
| | | | | 6. Lurche | 6. Amphibia |
| | | II Amnionthiere Amniota | | 7. Schleicher | 7. Reptilia |
| | | | | 8. Vögel | 8. Aves |
| | | | | 9. Säugethiere | 9. Mammalia |

Auf der niedrigſten Organiſationsſtufe von allen uns bekannten Wirbelthieren ſteht der einzige noch lebende Vertreter der erſten Klaſſe, das Lanzetfiſchchen oder Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus) (Taf. XIII, Fig. B). Dieſes höchſt intereſſante und wichtige Thierchen, welches über die älteren Wurzeln unſeres Stammbaumes ein überraſchendes Licht verbreitet, iſt offenbar der letzte Mohikaner, der letzte überlebende Repräſentant einer formenreichen niederen Wirbelthierklaſſe, welche während der Primordialzeit ſehr entwickelt war, uns aber leider wegen des Mangels aller feſten Skelettheile gar keine verſteinerten Reſte hinterlaſſen konnte. Das kleine Lanzetfiſchchen lebt heute noch weitverbreitet in verſchiedenen Meeren, z. B. in der Oſtſee, Nordſee, im Mittelmeere, gewöhnlich auf flachem Grunde im Sand vergraben. Der Körper hat, wie der Name ſagt, die Geſtalt eines ſchmalen, an beiden Enden zugeſpitzten, lanzetförmigen Blattes. Erwachſen iſt daſſelbe etwa zwei Zoll lang, und röthlich ſchimmernd, halb durchſichtig. Aeußerlich hat das Lanzetthierchen ſo wenig Aehnlichkeit mit einem Wirbelthier, daß ſein erſter Entdecker, Pallas, es für eine unvollkommene Nachtſchnecke hielt. Beine beſitzt es nicht, und ebenſowenig Kopf, Schädel und Gehirn. Das vordere Körperende iſt äußerlich von dem hinteren faſt nur durch die Mundöffnung zu unterſcheiden. Aber dennoch beſitzt der Amphioxus in ſeinem inneren Bau die wichtigſten Merkmale, durch welche ſich alle Wirbelthiere von allen Wirbelloſen unterſcheiden, vor allem den Rückenſtrang

und das Rückenmark. Der Rückenſtrang (Chorda dorsalis) iſt ein cylindriſcher, vorn und hinten zugeſpitzter, grader Knorpelſtab, welcher die centrale Axe des inneren Skelets und die Grundlage der Wirbelſäule bildet. Unmittelbar über dieſem Rückenſtrang, auf der Rückenſeite deſſelben, liegt das Rückenmark (Medulla spinalis), ebenfalls urſprünglich ein grader, vorn und hinten zugeſpitzter, inwendig aber hohler Strang, welcher das Hauptſtück und Centrum des Nervenſyſtems bei allen Wirbelthieren bildet (vergl. oben S. 270). Bei allen Wirbelthieren ohne Ausnahme, auch den Menſchen mit inbegriffen, werden dieſe wichtigſten Körpertheile während der embryonalen Entwickelung aus dem Ei urſprünglich in derſelben einfachſten Form angelegt, welche ſie beim Amphioxus zeitlebens behalten. Erſt ſpäter entwickelt ſich durch Auftreibung des vorderen Endes aus dem Rückenmark das Gehirn, und aus dem Rückenſtrang der das Gehirn umſchließende Schädel. Da bei dem Amphioxus dieſe beiden wichtigen Organe gar nicht zur Entwickelung gelangen, ſo können wir die durch ihn vertretene Thierklaſſe mit Recht als Schädelloſe (Acrania) bezeichnen, im Gegenſatz zu allen übrigen, den Schädelthieren (Craniota). Gewöhnlich werden die Schädelloſen Rohrherzen oder Röhrenherzen (Leptocardia) genannt, weil ein centraliſirtes Herz noch fehlt, und das Blut durch die Zuſammenziehungen der röhrenförmigen Blutgefäße ſelbſt im Körper umhergetrieben wird. Die Schädelthiere, welche dagegen ein centraliſirtes, beutelförmiges Herz beſitzen, müßten dann im Gegenſatz dazu Beutelherzen oder Centralherzen (Pachycardia) genannt werden.

Offenbar haben ſich die Schädelthiere oder Centralherzen erſt in ſpäterer Primordialzeit aus Schädelloſen oder Rohrherzen, welche dem Amphioxus nahe ſtanden, allmählich entwickelt. Darüber läßt uns die Ontogenie der Schädelthiere nicht in Zweifel. Wo ſtammen nun aber dieſe Schädelloſen ſelbſt her? Auf dieſe wichtige Frage hat uns, wie ich ſchon im vorletzten Vortrage erwähnte, erſt die jüngſte Zeit eine höchſt überraſchende Antwort gegeben. Aus den 1867 veröffentlichten Unterſuchungen von Kowalewski über die individuelle Ent-

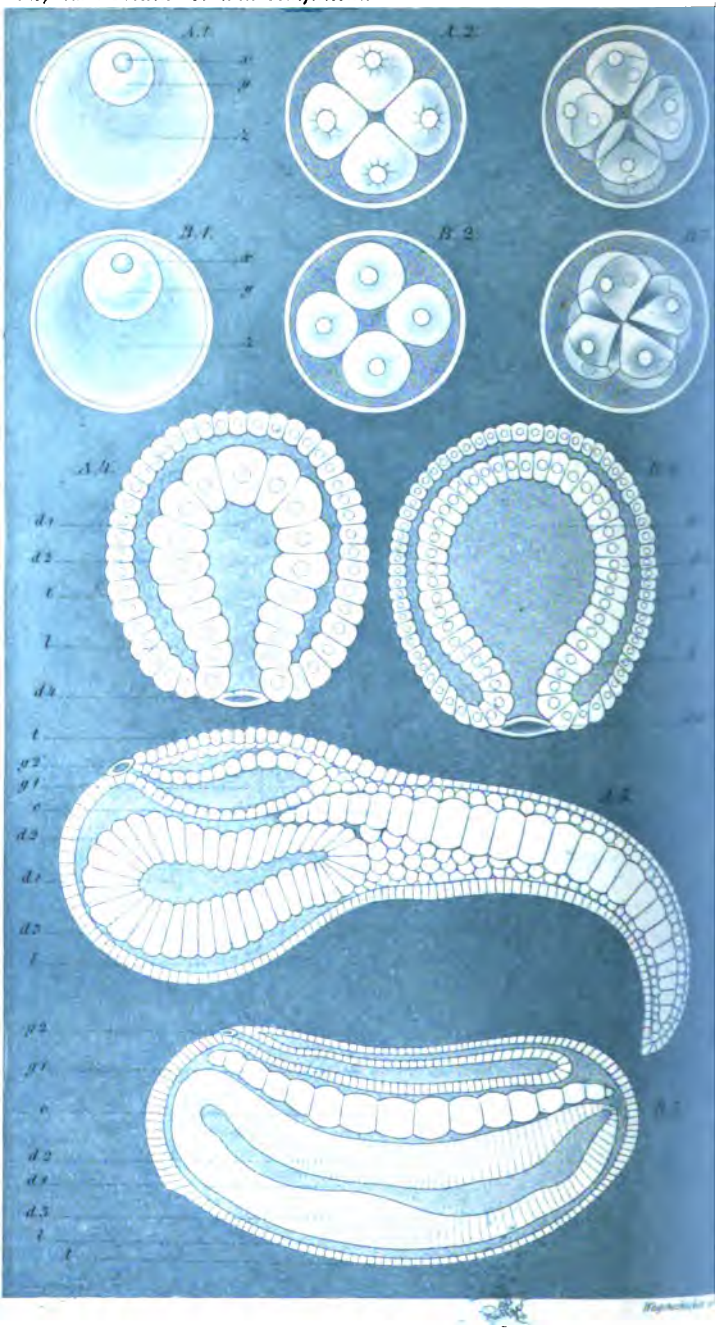
wickelung des Amphioxus und der feſtſitzenden Seeſcheiden (Ascidie) [aus der Klaſſe der Manteltiere (Tunicata)] hat ſich ergeben, daß die Ontogenie dieſer beiden ganz verſchiedenen Thierformen in ihrer erſten Jugend merkwürdig übereinſtimmt. Die frei umherſchwimmenden Larven der Ascidien (Taf. XII, Fig. A) entwickeln die unzweifelhafte Anlage zum Rückenmark (Fig. 5g) und zum Rückenſtrang (Fig. 5c) und zwar ganz in derſelben Weiſe, wie der Amphioxus (Taf. XII, Fig. B). Allerdings bilden ſie dieſe wichtigſten Organe des Wirbelthierkörpers ſpäterhin nicht weiter aus. Vielmehr gehen ſie eine rückſchreitende Verwandlung ein, ſetzen ſich auf dem Meeresboden feſt, und wachſen zu unförmlichen Klumpen aus, in denen man kaum noch bei äußerer Betrachtung ein Thier vermuthet (Taf. XIII Fig. A). Allein das Rückenmark, als die Anlage des Centralnervenſyſtems, und der Rückenſtrang, als die erſte Grundlage der Wirbelſäule, ſind ſo wichtige, den Wirbelthieren ſo ausſchließlich eigenthümliche Organe, daß wir daraus ſicher auf die wirkliche Blutsverwandtſchaft der Wirbelthiere mit den Manteltieren ſchließen können. Natürlich wollen wir damit nicht ſagen, daß die Wirbelthiere von den Manteltieren abſtammen, ſondern nur, daß beide Gruppen aus gemeinſamer Wurzel entſproſſen ſind, und daß die Manteltiere von allen Wirbelloſen diejenigen ſind, welche die nächſte Blutsverwandtſchaft zu den Wirbelthieren beſitzen. Offenbar haben ſich während der Primordialzeit die echten Wirbelthiere (und zwar zunächſt die Schädelloſen) aus einer Würmergruppe fortſchreitend entwickelt, aus welcher nach einer anderen, rückſchreitenden Richtung hin die degenerirten Manteltiere hervorgingen. (Vergl. die nähere Erklärung von Taf. XII und XIII im Anhang.)

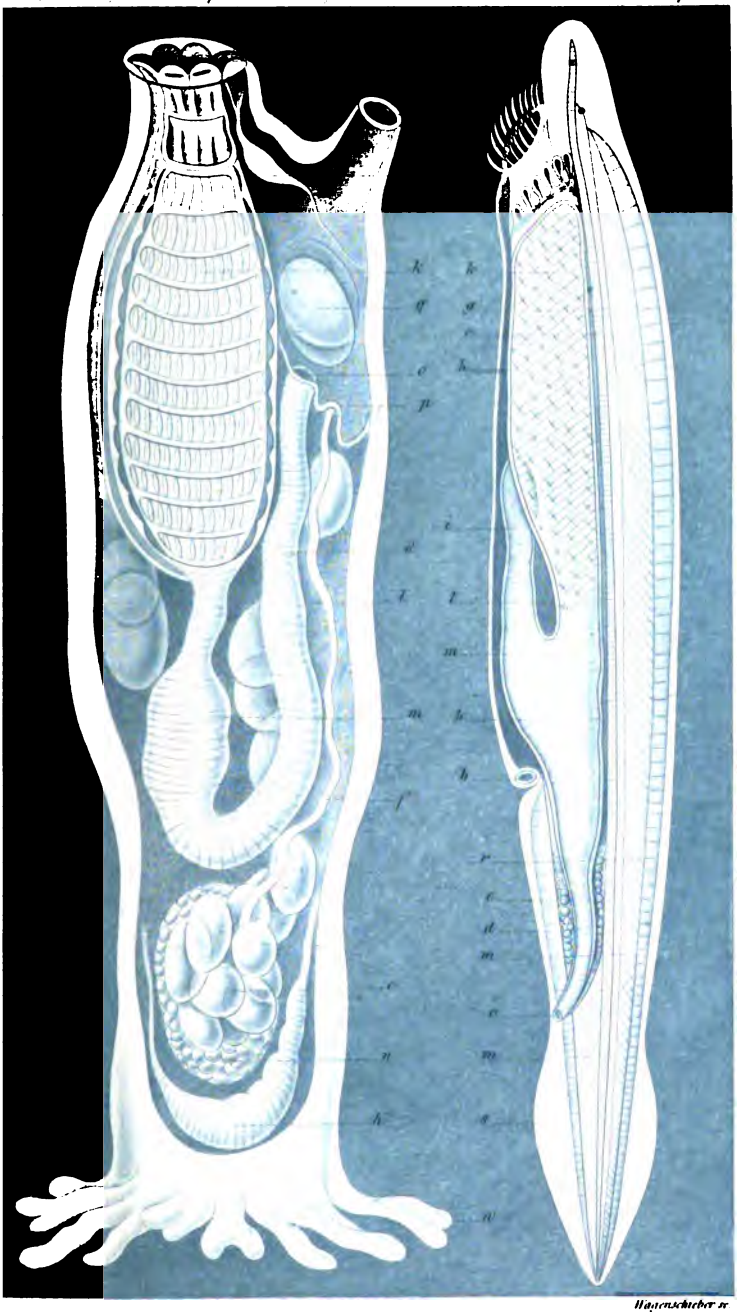
Aus den Schädelloſen hat ſich zunächſt eine zweite niedere Klaſſe von Wirbelthieren entwickelt, welche noch tief unter den Fiſchen ſteht, und welche in der Gegenwart nur durch die Inger (Myxinoiden) und Lampreten (Petromyzonten) vertreten wird. Auch dieſe Klaſſe konnte wegen des Mangels aller feſten Körpertheile leider eben ſo wenig als die Schädelloſen verſteinerte Reſte hinterlaſſen. Aus ihrer

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Taf. XII. Ascidia A und Amphioxus B.






Wagenschieber sc.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

ganzen Organisation und Ontogenie geht aber deutlich hervor, daß sie eine sehr wichtige Mittelstufe zwischen den Schädellosen und den Fischen darstellt, und daß die wenigen noch lebenden Glieder derselben nur die letzten überlebenden Reste von einer gegen Ende der Primordialzeit vermuthlich reich entwickelten Thiergruppe sind. Wegen des kreisrunden, zum Saugen verwendeten Maules, das die Inger und Lampreten besitzen, wird die ganze Klasse gewöhnlich Rundmäuler (Cyclostoma) genannt. Bezeichnender noch ist der Name Unpaarnasen (Monorhina). Denn alle Cyclostomen besitzen ein einfaches unpaares Nasenrohr, während bei allen übrigen Wirbelthieren (wieder mit Ausnahme des Amphioxus) die Nase aus zwei paarigen Seitenhälften, einer rechten und linken Nase, besteht. Wir konnten deshalb diese letzteren (Anamnien und Amnioten) auch als Paarnasen (Amphirhina) zusammenfassen. Die Paarnasen besitzen sämmtlich ein ausgebildetes Kieferskelet (Oberkiefer und Unterkiefer), während dieses den Unpaarnasen gänzlich fehlt.

Auch abgesehen von der eigenthümlichen Nasenbildung und dem Mangel der Kieferbildung unterscheiden sich die Unpaarnasen von den Paarnasen noch durch viele andere Eigenthümlichkeiten. So fehlt ihnen namentlich ganz das wichtige sympathische Nervennetz und die Milz der letzteren. Von der Schwimmblase und den beiden Beinpaaren, welche bei allen Paarnasen wenigstens in der ersten Anlage vorhanden sind, fehlt den Unpaarnasen (ebenso wie den Schädellosen) noch jede Spur. Es ist daher gewiß ganz gerechtfertigt, wenn wir sowohl die Monorhinen als die Schädellosen gänzlich von den Fischen trennen, mit denen sie bis jetzt in herkömmlicher, aber irrthümlicher Weise vereinigt waren.

Die erste genauere Kenntniß der Monorhinen oder Cyclostomen verdanken wir dem großen Berliner Zoologen Johannes Müller, dessen klassisches Werk über die „vergleichende Anatomie der Myxinoiden" die Grundlage unserer neueren Ansichten über den Bau der Wirbelthiere bildet. Er unterschied unter den Cyclostomen zwei verschiedene Gruppen, welchen wir den Werth von Unterklassen geben.

# Systematische Uebersicht

## der 4 Hauptklassen, 9 Klassen und 27 Unterklassen der Wirbelthiere.

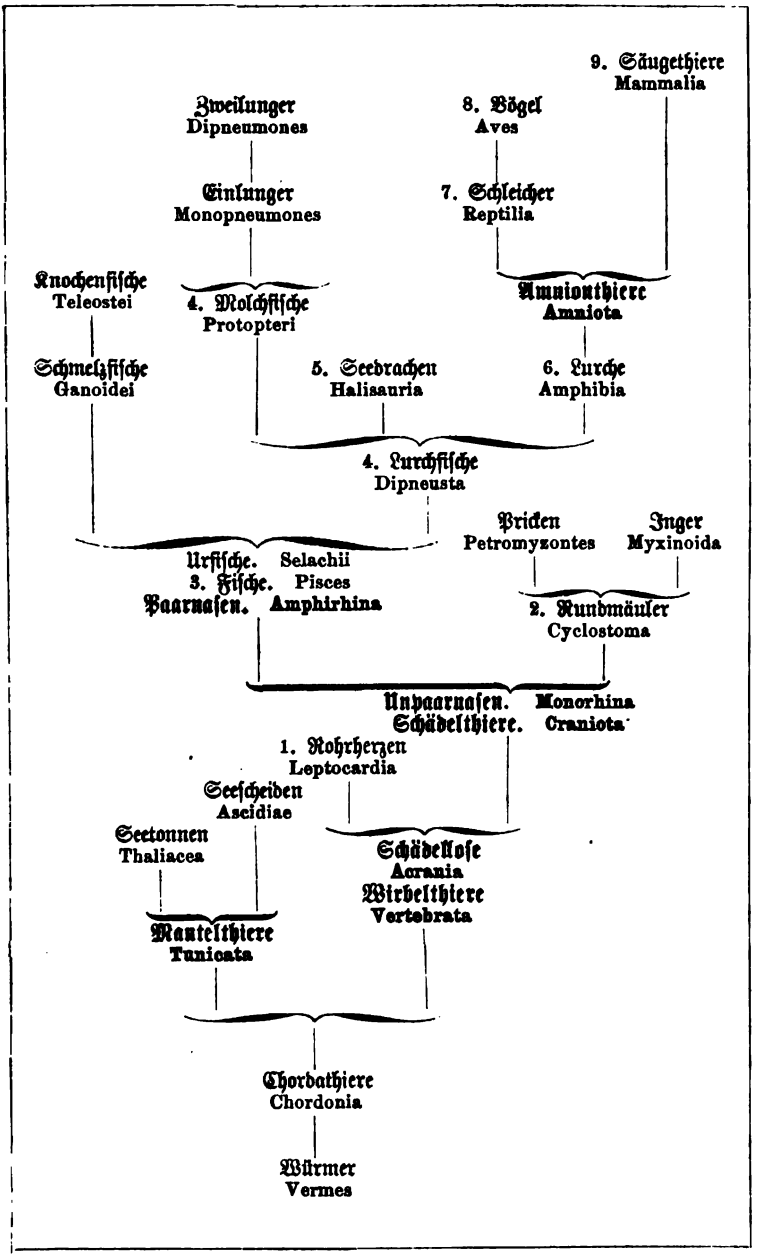
Gen. Morph. Bd. II, Taf. VII, S. CXVI—CLX.

**I. Schädellose (Acrania) oder Rohrherzen (Leptocardia)**
Wirbelthiere ohne Kopf, ohne Schädel und Gehirn, ohne centralisirtes Herz.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. Schädellose Acrania | I. Rohrherzen *Leptocardia* | 1. Lanzetthiere | Amphioxida |

**II. Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia)**
Wirbelthiere mit Kopf, mit Schädel und Gehirn, mit centralisirtem Herzen.

| Hauptklassen der Schädelthiere | Klassen der Schädelthiere | Unterklassen der Schädelthiere | Systematischer Name der Unterklassen |
|---|---|---|---|
| 2. Unpaarnasen Monorhina | II. Rundmäuler *Cyclostoma* | 2. Inger oder Schleimfische | 2. Hyperotreta (Myxinoida) |
| | | 3. Lampreten oder Pricken | 3. Hyperoartia (Petromyzontia) |
| 3. Amnionlose Anamnia | III. Fische *Pisces* | 4. Urfische | 4. Selachii |
| | | 5. Schmelzfische | 5. Ganoides |
| | | 6. Knochenfische | 6. Teleostei |
| | IV. Lurchfische *Dipneusta* | 7. Einlunger | 7. Monopneumones |
| | | 8. Zweilunger | 8. Dipneumones |
| | V. Seedrachen *Halisauria* | 9. Urdrachen | 9. Simosauria |
| | | 10. Schlangendrachen | 10. Plesiosauria |
| | | 11. Fischdrachen | 11. Ichthyosauria |
| | VI. Lurche *Amphibia* | 12. Panzerlurche | 12. Phractamphibia |
| | | 13. Nacktlurche | 13. Lissamphibia |
| 4. Amnionthiere Amniota | VII. Schleicher *Reptilia* | 14. Stammreptilien | 14. Tocosauria |
| | | 15. Eidechsen | 15. Lacertilia |
| | | 16. Schlangen | 16. Ophidia |
| | | 17. Crocodile | 17. Crocodilia |
| | | 18. Schildkröten | 18. Chelonia |
| | | 19. Flugreptilien | 19. Pterosauria |
| | | 20. Drachen | 20. Dinosauria |
| | | 21. Schnabelreptilien | 21. Anomodontia |
| | VIII. Vögel *Aves* | 22. Federschwänzige | 22. Saururae |
| | | 23. Fächerschwänzige | 23. Carinatae |
| | | 24 Büschelschwänzige | 24. Ratitae |
| | IX. Säugethiere *Mammalia* | 25. Kloakenthiere | 25. Monotrema |
| | | 26. Beutelthiere | 26. Marsupialia |
| | | 27. Placentalthiere | 27. Placentalia |


9. Säugethiere
Mammalia
Zweilunger
Dipneumones
8. Vögel
Aves
Einlunger
Monopneumones
7. Schleicher
Reptilia
Knochenfische
Teleostei
4. Molchfische
Protopteri
Amnionthiere
Amniota
Schmelzfische
Ganoidei
5. Seedrachen
Halisauria
6. Lurche
Amphibia
4. Lurchfische
Dipneusta
Pricken
Petromyzontes
Inger
Myxinoida
Urfische. Selachii
3. Fische. Pisces
Paarnasen. Amphirhina
2. Rundmäuler
Cyclostoma
Unpaarnasen. Monorhina
Schädelthiere. Craniota
1. Rohrherzen
Leptocardia
Seescheiden
Ascidiae
Seetonnen
Thaliacea
Schädellose
Acrania
Wirbelthiere
Vertebrata
Manteltiere
Tunicata
Chordathiere
Chordonia
Würmer
Vermes

Die erſte Unterklaſſe ſind die Inger oder Schleimfiſche (Hyperotreta oder Myxinoida). Sie leben im Meere ſchmarotzend auf Fiſchen, in deren Haut ſie ſich einbohren (Myxine, Bdellostoma). Im Gehörorgan beſitzen ſie nur einen Ringcanal, und ihr unpaares Naſenrohr durchbohrt den Gaumen. Höher entwickelt iſt die zweite Unterklaſſe, die Lampreten oder Pricken (Hyperoartia oder Petromyzontia). Hierher gehören die allbekannten Flußpricken oder Neunaugen unſerer Flüſſe (Petromyzon fluviatilis), deren Bekanntſchaft Sie wohl Alle im marinirten Zuſtande ſchon gemacht haben. Im Meere werden dieſelben durch die mehrmals größeren Seepricken oder die eigentlichen Lampreten (Petromyzon marinus) vertreten. Bei dieſen Unpaarnaſen durchbohrt das Naſenrohr den Gaumen nicht, und im Gehörorgan finden ſich zwei Ringcanäle.

Alle Wirbelthiere, welche jetzt noch leben, mit Ausnahme der eben betrachteten Monorhinen und des Amphioxus, gehören zu derjenigen Hauptgruppe, welche wir als Paarnaſen (Amphirhina) oder Kiefermündige (Gnathostoma) bezeichnen. Alle dieſe Thiere beſitzen eine aus zwei paarigen Seitenhälften beſtehende Naſe, ein Kieferſkelet, ein ſympathiſches Nervennetz, drei Ringkanäle im Gehörorgan und eine Milz. Alle Paarnaſen beſitzen ferner eine blaſenförmige Ausſtülpung des Schlundes, welche ſich bei den Fiſchen zur Schwimmblaſe, bei den übrigen Paarnaſen zur Lunge entwickelt hat. Endlich iſt urſprünglich bei allen Paarnaſen die Anlage zu zwei paar Extremitäten oder Gliedmaßen vorhanden, ein paar Vorderbeine oder Bruſtfloſſen, und ein paar Hinterbeine oder Bauchfloſſen. Allerdings iſt bisweilen das eine Beinpaar (z. B. bei den Aalen und Walfiſchen) oder beide Beinpaare (z. B. bei den Caecilien und Schlangen) verkümmert oder verloren gegangen; aber ſelbſt in dieſen Fällen iſt wenigſtens die Spur ihrer urſprünglichen Anlage in früher Embryonalzeit zu finden, oder es bleiben unnütze Reſte derſelben als rudimentäre Organe durch das ganze Leben beſtehen (vergl. oben S. 13).

Aus allen dieſen wichtigen Anzeichen können wir mit voller Sicherheit ſchließen, daß ſämmtliche Paarnaſen von einer einzigen

gemeinschaftlichen Stammform abstammen, welche während der Primordialzeit direkt oder indirekt sich aus den Monorhinen entwickelt hatte. Diese Stammform muß die eben angeführten Organe, namentlich auch die Anlage zur Schwimmblase und zu zwei Beinpaaren oder Flossenpaaren besessen haben. Von allen jetzt lebenden Paarnasen stehen offenbar die niedersten Formen der Haifische dieser längst ausgestorbenen, unbekannten, hypothetischen Stammform, welche wir als Stammpaarnasen oder Vorfische (Proselachii) bezeichnen können, am nächsten (vergl. Taf. XII). Wir dürfen daher die Gruppe der Urfische oder Selachier, in deren Rahmen diese Proselachier hineingepaßt haben, als die Stammgruppe nicht allein für die Fischklasse, sondern für die ganze Hauptklasse der Paarnasen betrachten. Den sicheren Beweis dafür liefern die „Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere" von Carl Gegenbaur, welche sich ebenso durch die sorgfältigste Beachtung, wie durch die scharfsinnigste Reflexion auszeichnen.

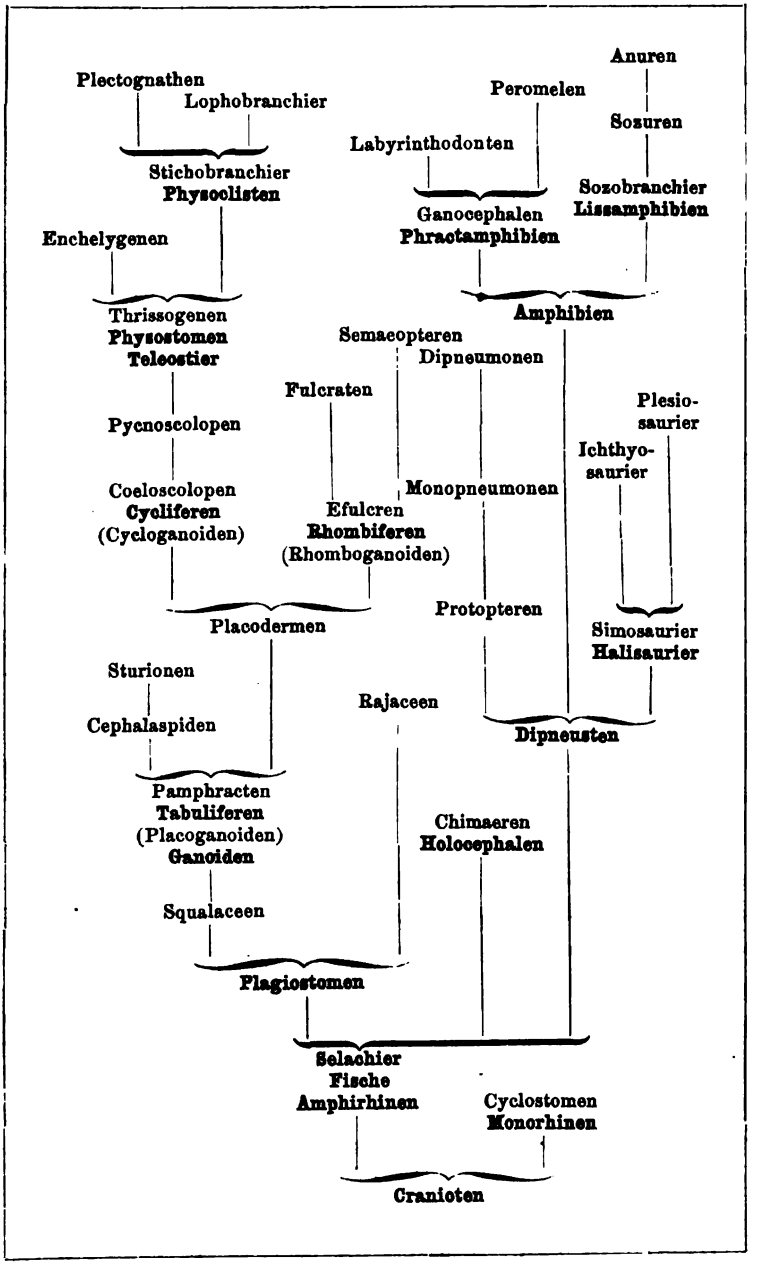
Die Klasse der Fische (Pisces), mit welcher wir demgemäß die Reihe der Paarnasen beginnen, unterscheidet sich von den übrigen sechs Klassen dieser Reihe vorzüglich dadurch, daß die Schwimmblase niemals zur Lunge entwickelt, vielmehr nur als hydrostatischer Apparat thätig ist. In Uebereinstimmung damit finden wir den Umstand, daß die Nase bei den Fischen durch zwei blinde Gruben vorn auf der Schnauze gebildet wird, welche niemals den Gaumen durchbohren und also nie in die Rachenhöhle münden. Dagegen sind die beiden Nasenhöhlen bei den übrigen sechs Klassen der Paarnasen zu Luftwegen umgebildet, welche den Gaumen durchbohren und so den Lungen Luft zuführen. Die echten Fische (nach Ausschluß der Dipneusten) sind demnach die einzigen Paarnasen, welche ausschließlich durch Kiemen und niemals durch Lungen athmen. Sie leben dem entsprechend alle im Wasser, und ihre beiden Beinpaare haben die ursprüngliche Form von rudernden Flossen beibehalten.

Die echten Fische werden in drei verschiedene Unterklassen eingetheilt, in die Urfische, Schmelzfische und Knochenfische. Die älteste

## Syſtematiſche Ueberſicht

der ſieben Legionen und fünfzehn Ordnungen der Fiſchklaſſe.

| Unterklaſſen der Fiſchklaſſe | Legionen der Fiſchklaſſe | Ordnungen der Fiſchklaſſe | Beiſpiele aus den Ordnungen |
|---|---|---|---|
| A. Urfiſche *Selachii* | I. Quermäuler *Plagiostomi* | 1. Haifiſche *Squalacei* | Stachelhai, Menſchenhai, u. ſ. w. |
| | | 2. Rochen *Rajacei* | Stachelrochen, Zitterrochen, u. ſ. w. |
| | II. Seekatzen *Holocephali* | 3. Seekatzen *Chimaeracei* | Chimären, Kalorrhynchen, u. ſ. w. |
| B. Schmelzfiſche *Ganoides* | III. Gepanzerte Schmelzfiſche *Tabuliferi* | 4. Schildkrötenfiſche *Pamphracti* | Cephalaspiden, Placodermen, u. ſ. w. |
| | | 5. Störfiſche *Sturiones* | Löffelſtör, Stör, Hauſen, u. ſ. w. |
| | IV. Eckſchuppige Schmelzfiſche *Rhombiferi* | 6. Schindelloſe *Efulcrati* | Doppelfloſſer, Pflaſterzähner, u. ſ. w. |
| | | 7. Schindelfloſſige *Fulcrati* | Paläoniſken, Knochenhechte u. ſ. w. |
| | | 8. Fahnenfloſſige *Semaeopteri* | Afrikaniſcher Flöſſelhecht, u. ſ. w. |
| | V. Rundſchuppige Schmelzfiſche *Cycliferi* | 9. Hohlgrätenfiſche *Coeloscolopes* | Holoptychier, Coelacanthiden u. ſ. w. |
| | | 10. Dichtgrätenfiſche *Pycnoscolopes* | Coccolepiden, Amiaden, u. ſ. w. |
| C. Knochenfiſche *Teleostei* | VI. Knochenfiſche mit Luftgang der Schwimmblaſe *Physostomi* | 11. Häringsartige *Thrissogenes* | Häringe, Lachſe, Karpfen, Welſe, u. ſ. w. |
| | | 12. Aalartige *Enchelygenes* | Aale, Schlangenaale, Zitteraale, u. ſ. w. |
| | VII. Knochenfiſche ohne Luftgang der Schwimmblaſe *Physoclisti* | 13. Reihenkiemer *Stichobranchii* | Barſche, Lippfiſche, Dorſche, Schollen, u. ſ. w. |
| | | 14. Heftkiefer *Plectognathi* | Kofferfiſche, Igelfiſche, u. ſ. w. |
| | | 15. Büſchelkiemer *Lophobranchii* | Seenadeln, Seepferdchen, u. ſ. w. |


Anuren
Plectognathen
Peromelen
Lophobranchier
Sozuren
Labyrinthodonten
Stichobranchier
Physoclisten
Sozobranchier
Lissamphibien
Ganocephalen
Phractamphibien
Enchelygenen
Amphibien
Thrissogenen
Physostomen
Teleostier
Semaeopteren
Dipneumonen
Fulcraten
Plesio-
saurier
Pycnoscolopen
Ichthyo-
saurier
Coeloscolopen
Cycliferen
(Cycloganoiden)
Monopneumonen
Efulcren
Rhombiferen
(Rhomboganoiden)
Protopteren
Placodermen
Simosaurier
Halisaurier
Sturionen
Rajaceen
Cephalaspiden
Dipneusten
Pamphracten
Tabuliferen
(Placoganoiden)
Ganoiden
Chimaeren
Holocephalen
Squalaceen
Plagiostomen
Selachier
Fische
Amphirhinen
Cyclostomen
Monorhinen
Cranioten

von dieſen, welche die urſprüngliche Form am getreueſten bewahrt hat, iſt diejenige der Urfiſche (Selachii). Davon leben heutzutage noch die Haifiſche (Squali) und Rochen (Rajae), welche man als Quermäuler (Plagiostomi) zuſammenfaßt, ſowie die ſeltſame Fiſchform der abenteuerlich geſtalteten Seekatzen oder Chimären (Holocephali der Chimaeracei). Aber dieſe Urfiſche der Gegenwart, welche in allen Meeren vorkommen, ſind nur ſchwache Reſte von der geſtaltenreichen und herrſchenden Thiergruppe, welche die Selachier in früheren Zeiten der Erdgeſchichte, und namentlich während der paläolithiſchen Zeit, bildeten. Leider beſitzen alle Urfiſche ein knorpeliges, niemals vollſtändig verknöchertes Skelet, welches der Verſteinerung nur wenig oder gar nicht fähig iſt. Die einzigen harten Körpertheile, welche in foſſilem Zuſtande ſich erhalten konnten, ſind die Zähne und die Floſſenſtacheln. Dieſe finden ſich aber in ſolcher Menge, Formenmannichfaltigkeit und Größe in den älteren Formationen vor, daß wir daraus mit Sicherheit auf eine höchſt beträchtliche Entwickelung der Urfiſche in jener altersgrauen Vorzeit ſchließen können. Sie finden ſich ſogar ſchon in den ſiluriſchen Schichten, welche von anderen Wirbelthieren nur ſchwache Reſte von Schmelzfiſchen (und dieſe erſt in den jüngſten Schichten, im oberen Silur) einſchließen. Von den drei Ordnungen der Urfiſche ſind die bei weitem wichtigſten und intereſſanteſten die Haifiſche, welche wahrſcheinlich unter allen lebenden Paarnaſen der urſprünglichen Stammform der ganzen Gruppe, den Proſelachiern, am nächſten ſtehen. Aus dieſen Proſelachiern, welche von echten Haifiſchen wohl nur wenig verſchieden waren, haben ſich wahrſcheinlich nach einer Richtung hin die Schmelzfiſche und die heutigen Urfiſche, nach einer anderen Richtung hin die Dipneuſten, Seedrachen und Amphibien entwickelt.

Die Schmelzfiſche (Ganoides) ſtehen in anatomiſcher Beziehung vollſtändig in der Mitte zwiſchen den Urfiſchen einerſeits und den Knochenfiſchen andrerſeits. In vielen Merkmalen ſtimmen ſie mit jenen, in vielen anderen mit dieſen überein. Wir ziehen daraus den Schluß, daß ſie auch genealogiſch den Uebergang von den Ur-

fiſchen zu den Knochenfiſchen vermittelten. In noch höherem Maaße als die Urfiſche ſind auch die Ganoiden heutzutage größtentheils ausgeſtorben, wogegen ſie während der ganzen paläolithiſchen und meſolithiſchen Zeit in großer Mannichfaltigkeit und Maſſe entwickelt waren. Nach der verſchiedenen Form der äußeren Hautbedeckung theilt man die Schmelzfiſche in drei Legionen: Gepanzerte, Eckſchuppige und Rundſchuppige. Die gepanzerten Schmelzfiſche (Tabuliferi) ſind die älteſten und ſchließen ſich unmittelbar an die Selachier an, aus denen ſie entſprungen ſind. Foſſile Reſte von ihnen finden ſich, obwohl ſelten, bereits im oberen Silur vor (Pteraspis ludensis aus den Ludlowſchichten). Rieſige, gegen 30 Fuß lange Arten derſelben, mit mächtigen Knochentafeln gepanzert, finden ſich namentlich im devoniſchen Syſtem. Heute aber lebt von dieſer Legion nur noch die kleine Ordnung der Störfiſche (Sturiones), nämlich die Löffelſtöre (Spatularides), und die Störe (Accipenserides), zu denen u. A. der Hauſen gehört, welcher uns den Fiſchleim oder die Hauſenblaſe liefert, der Stör und Sterlett, deren Eier wir als Caviar verzehren u. ſ. w. Aus den gepanzerten Schmelzfiſchen haben ſich wahrſcheinlich als zwei divergente Zweige die eckſchuppigen und die rundſchuppigen entwickelt. Die eckſchuppigen Schmelzfiſche (Rhombiferi), welche man durch ihre viereckigen oder rhombiſchen Schuppen auf den erſten Blick von allen anderen Fiſchen unterſcheiden kann, ſind heutzutage nur noch durch wenige Ueberbleibſel vertreten, nämlich durch den Flöſſelhecht (Polypterus) in afrikaniſchen Flüſſen (vorzüglich im Nil), und durch den Knochenhecht (Lepidosteus) in amerikaniſchen Flüſſen. Aber während der paläolithiſchen und der erſten Hälfte der meſolithiſchen Zeit bildete dieſe Legion die Hauptmaſſe der Fiſche. Weniger formenreich war die dritte Legion, die rundſchuppigen Schmelzfiſche (Cycliferi), welche vorzugsweiſe während der Devonzeit und Steinkohlenzeit lebten. Jedoch war dieſe Legion, von der heute nur noch der Kahlhecht (Amia) in nordamerikaniſchen Flüſſen übrig iſt, inſofern viel wichtiger, als ſich aus ihr die dritte Unterklaſſe der Fiſche, die Knochenfiſche, entwickelte.

Die Knochenfische (Teleostei) bilden in der Gegenwart die Hauptmasse der Fischklasse. Es gehören dahin die allermeisten Seefische, und alle unsere Süßwasserfische, mit Ausnahme der eben erwähnten Schmelzfische. Wie zahlreiche Versteinerungen deutlich beweisen, ist diese Klasse erst um die Mitte des mesolithischen Zeitalters aus den Schmelzfischen, und zwar aus den rundschuppigen oder Cycliferen entstanden. Die Thrissopiden der Jurazeit (Thrissops, Leptolepis, Tharsis), welche unseren heutigen Häringen am nächsten stehen, sind wahrscheinlich die ältesten von allen Knochenfischen, und unmittelbar aus den rundschuppigen Schmelzfischen, welche der heutigen Amia nahe standen, hervorgegangen. Bei den älteren Knochenfischen, den Physostomen, war ebenso wie bei den Ganoiden die Schwimmblase noch zeitlebens durch einen bleibenden Luftgang (eine Art Luftröhre) mit dem Schlunde in Verbindung. Das ist auch heute noch bei den zu dieser Gruppe gehörigen Häringen, Lachsen, Karpfen, Welsen, Aalen u. s. w. der Fall. Während der Kreidezeit trat aber bei einigen Physostomen eine Verwachsung, ein Verschluß jenes Luftganges ein, und dadurch wurde die Schwimmblase völlig von dem Schlunde abgeschnürt. So entstand die zweite Legion der Knochenfische, die der Physokliſten, welche erst während der Tertiärzeit ihre eigentliche Ausbildung erreichte, und bald an Mannichfaltigkeit bei weitem die Physostomen übertraf. Es gehören hierher die meisten Seefische der Gegenwart, namentlich die umfangreichen Familien der Dorsche, Schollen, Thunfische, Lippfische, Umberfische u. s. w., ferner die Heftkiefer (Kofferfische und Igelfische) und die Büschelkiemer (Seenadeln und Seepferdchen). Dagegen sind unter unseren Flußfischen nur wenige Physokliſten, z. B. der Barsch und der Stichling; die große Mehrzahl der Flußfische sind Physostomen.

Zwischen den echten Fischen und den Amphibien mitten inne steht die merkwürdige Klasse der Lurchfische oder Molchfische (Dipneusta oder Protopteri). Davon leben heute nur noch wenige Repräsentanten, nämlich der amerikanische Molchfisch (Lepidosiren paradoxa) im Gebiete des Amazonenstroms, und der afrikanische

Molchfisch (Protopterus annectens) in verschiedenen Gegenden Afrikas. Ein dritter großer Molchfisch (Ceratodus Forsteri) ist kürzlich in Australien entdeckt worden. Während der trockenen Jahreszeit, im Sommer, vergraben sich diese seltsamen Thiere in dem eintrocknenden Schlamm in ein Nest von Blättern, und athmen dann Luft durch Lungen, wie die Amphibien. Während der nassen Jahreszeit aber, im Winter, leben sie in Flüssen und Sümpfen, und athmen Wasser durch Kiemen, gleich den Fischen. Aeußerlich gleichen sie aalförmigen Fischen, und sind wie diese mit Schuppen bedeckt; auch in manchen Eigenthümlichkeiten ihres inneren Baues, des Skelets, der Extremitäten ꝛc. gleichen sie mehr den Fischen, als den Amphibien. In anderen Merkmalen dagegen stimmen sie mehr mit den letzteren überein, vor allen in der Bildung der Lungen, der Nase und des Herzens. Aus diesen Gründen herrscht unter den Zoologen ein ewiger Streit darüber, ob die Lurchfische eigentlich Fische oder Amphibien seien. In der That sind sie wegen der vollständigen Mischung des Charakters weder das eine noch das andere, und werden wohl am richtigsten als eine besondere Wirbelthierklasse aufgefaßt, welche den Uebergang zwischen jenen beiden Klassen vermittelt. Unter den heute noch lebenden Dipneusten besitzt Ceratodus eine einfache unpaare Lunge, (Monopneumones), während Protopterus und Lepidosiren ein Paar Lungen haben (Dipneumones). Auch in anderen Beziehungen zeigt Ceratodus Spuren von höherem Alter, als die beiden anderen. Alle drei Gattungen sind jedenfalls uralt, und die letzten überlebenden Reste einer vormals formenreichen Gruppe, welche aber wegen Mangels fester Skelettheile keine versteinerten Spuren hinterlassen konnte. Sie verhalten sich in dieser Beziehung ganz ähnlich den Monorhinen und den Leptocardiern, mit denen sie gewöhnlich zu den Fischen gerechnet werden. Jedoch finden sich Zähne, welche denen des Ceratodus gleichen, in der Trias. Wahrscheinlich sind ausgestorbene Dipneusten der paläolithischen Periode, welche sich in devonischer Zeit aus Urfischen entwickelt hatten, als die Stammformen der Amphibien, und somit auch aller höheren Wirbelthiere zu betrachten.

Eine ganz eigenthümliche Wirbelthierklasse, welche schon längst ausgestorben ist und bloß während der Sekundärzeit gelebt zu haben scheint, bilden die merkwürdigen Seedrachen (Halisauria oder Enaliosauria, auch wohl Schwimmfüßer oder Nexipoden genannt). Diese furchtbaren Raubthiere bevölkerten die mesolithischen Meere in großen Mengen und in höchst sonderbaren Formen, zum Theil von 30—40 Fuß Länge. Sehr zahlreiche und vortrefflich erhaltene Versteinerungen und Abdrücke, sowohl von ganzen Seedrachen als von einzelnen Theilen derselben, haben uns mit ihrem Körperbau jetzt sehr genau bekannt gemacht. Gewöhnlich werden dieselben zu den Reptilien oder Schleichern gestellt, während einige Anatomen ihnen einen viel tieferen Rang, in unmittelbarem Anschluß an die Fische, anweisen. Die kürzlich veröffentlichten Untersuchungen von Gegenbaur, welche vor allem die maßgebende Bildung der Gliedmaßen in das rechte Licht setzen, haben dagegen zu dem überraschenden Resultate geführt, daß die Seedrachen eine ganz isolirt stehende Gruppe bilden, weit entfernt sowohl von den Reptilien und Amphibien, als von den eigentlichen Fischen. Die Skeletbildung ihrer vier Beine, welche zu kurzen, breiten Ruderflossen umgeformt sind (ähnlich wie bei den Fischen und Walfischen), liefert den klaren Beweis, daß sich die Halisaurier früher als die Amphibien von dem Wirbelthierstamme abgezweigt haben. Denn die Amphibien sowohl als die drei höheren Wirbelthierklassen stammen alle von einer gemeinsamen Stammform ab, welche an jedem Beine nur fünf Zehen oder Finger besaß. Die Seedrachen dagegen besitzen (entweder deutlich entwickelt oder doch in der Anlage des Fußskelets ausgeprägt) mehr als fünf Finger, wie die Urfische. Andrerseits haben sie Luft durch Lungen, wie die Dipneusten, geathmet, trotzdem sie beständig im Meere umherschwammen. Sie haben sich daher, vielleicht im Zusammenhang mit den Lurchfischen, von den Selachiern abgezweigt, aber nicht weiter in höhere Wirbelthiere fortgesetzt. Sie bilden eine ausgestorbene Seitenlinie.

Die genauer bekannten Seedrachen vertheilen sich auf drei, ziemlich stark von einander sich entfernende Ordnungen, die Urdrachen,

Fischdrachen und Schlangendrachen. Die Urdrachen (Simosauria) sind die ältesten Seedrachen und lebten bloß während der Triasperiode. Besonders häufig findet man ihre Skelete im Muschelkalk, und zwar zahlreiche verschiedene Gattungen. Sie scheinen im Ganzen den Plesiosauren sehr ähnlich gewesen zu sein und werden daher wohl auch mit diesen zu einer Ordnung (Sauropterygia) vereinigt. Die Schlangendrachen (Plesiosauria) lebten zusammen mit den Ichthyosauren in der Jura- und Kreidezeit. Sie zeichneten sich durch einen ungemein langen und schlanken Hals aus, welcher oft länger als der ganze Körper war und einen kleinen Kopf mit kurzer Schnauze trug. Wenn sie den Hals gebogen aufrecht trugen, werden sie einem Schwane ähnlich gewesen sein; aber statt der Flügel und Beine hatten sie zwei paar kurze, platte, ovale Ruderflossen.

Ganz anders war die Körperform der Fischdrachen (Ichthyosauria), welche auch wohl als Fischflosser (Ichthyopterygia) den beiden vorigen Ordnungen entgegengesetzt werden. Sie besaßen einen sehr langgestreckten Fischrumpf und einen schweren Kopf mit verlängerter platter Schnauze, dagegen einen sehr kurzen Hals. Sie werden äußerlich gewissen Delphinen sehr ähnlich gewesen sein. Der Schwanz ist bei ihnen sehr lang, bei den vorigen dagegen sehr kurz. Auch die beiden Paar Ruderflossen sind breiter und zeigen einen wesentlich anderen Bau. Vielleicht haben sich die Fischdrachen und die Schlangendrachen als zwei divergente Zweige aus den Urdrachen entwickelt. Vielleicht haben aber auch die Simosaurier bloß den Plesiosauriern den Ursprung gegeben, während die Ichthyosaurier sich tiefer von dem gemeinsamen Stamme abgezweigt haben. Jedenfalls sind sie alle direkt oder indirekt von den Selachiern abzuleiten.

Die nun folgenden Wirbelthierklassen, nämlich die Amphibien und die Amnioten (Reptilien, Vögel und Säugethiere) lassen sich alle auf Grund ihrer charakteristischen fünfzehigen Fußbildung (Pentadactylie) von einer gemeinsamen, aus den Selachiern entsprungenen Stammform ableiten, welche an jeder der vier Gliedmaßen fünf Zehen besaß. Wenn hier weniger als fünf Zehen ausge-

bildet sind, so müssen die fehlenden im Laufe der Zeit durch Anpassung verloren gegangen sein. Die ältesten uns bekannten von diesen fünfzehigen Vertebraten sind die Lurche (Amphibia). Wir theilen diese Klasse in zwei Unterklassen ein, in die Panzerlurche und Nacktlurche, von denen die ersteren durch die Bedeckung des Körpers mit Knochentafeln oder Schuppen ausgezeichnet sind.

Die erste und ältere Unterklasse der Amphibien bilden die Panzerlurche (Phractamphibia), die ältesten landbewohnenden Wirbelthiere, von denen uns fossile Reste erhalten sind. Wohlerhaltene Versteinerungen derselben finden sich schon in der Steinkohle vor, nämlich die den Fischen noch am nächsten stehenden Schmelzköpfe (Ganocephala), der Archegosaurus von Saarbrücken, und das Dendrerpeton aus Nordamerika. Auf diese folgen dann später die riesigen Wickelzähner (Labyrinthodonta), schon im permischen System durch Zygosaurus, später aber vorzüglich in der Trias durch Mastodonsaurus, Trematosaurus, Capitosaurus u. s. w. vertreten. Diese furchtbaren Raubthiere scheinen in der Körperform zwischen den Krokodilen, Salamandern und Fröschen in der Mitte gestanden zu haben, waren aber den beiden letzteren mehr durch ihren inneren Bau verwandt, während sie durch die feste Panzerbedeckung mit starken Knochentafeln den ersteren glichen. Schon gegen Ende der Triaszeit scheinen diese gepanzerten Riesenlurche ausgestorben zu sein. Aus der ganzen folgenden Zeit kennen wir keine Versteinerungen von Panzerlurchen. Daß diese Unterklasse jedoch während dessen noch lebte und niemals ganz ausstarb, beweisen die heute noch lebenden Blindwühlen oder Caecilien (Peromela), kleine beschuppte Phraktamphibien von der Form und Lebensweise des Regenwurms.

Die zweite Unterklasse der Amphibien, die Nacktlurche (Lissamphibia), entstanden wahrscheinlich schon während der primären oder sekundären Zeit, obgleich wir fossile Reste derselben erst aus der Tertiärzeit kennen. Sie unterscheiden sich von den Panzerlurchen durch ihre nackte, glatte, schlüpfrige Haut, welche jeder Schuppen- oder Panzerbedeckung entbehrt. Sie entwickelten sich vermuthlich entwe-

der aus einem Zweige der Phraktamphibien oder aus gemeinſamer Wurzel mit dieſen. Die drei Ordnungen von Nacktlurchen, welche noch jetzt leben, die Kiemenlurche, Schwanzlurche und Froſchlurche, wiederholen uns noch heutzutage in ihrer individuellen Entwickelung ſehr deutlich den hiſtoriſchen Entwickelungsgang der ganzen Unterklaſſe. Die älteſten Formen ſind die Kiemenlurche (Sozobranchia), welche zeitlebens auf der urſprünglichen Stammform der Nacktlurche ſtehen bleiben und einen langen Schwanz nebſt waſſerathmenden Kiemen beibehalten. Sie ſtehen am nächſten den Dipneuſten, von denen ſie ſich aber ſchon äußerlich durch den Mangel des Schuppenkleides unterſcheiden. Die meiſten Kiemenlurche leben in Nordamerika, unter anderen der früher erwähnte Axolotl oder Siredon (vergl. oben S. 215). In Europa iſt dieſe Ordnung nur durch eine Form vertreten, durch den berühmten Olm (Proteus anguineus), welcher die Adelsberger Grotte und andere Höhlen Krains bewohnt, und durch den Aufenthalt im Dunkeln rudimentäre Augen bekommen hat, die nicht mehr ſehen können (ſ. oben S. 13). Aus den Kiemenlurchen hat ſich durch Verluſt der äußeren Kiemen die Ordnung der Schwanzlurche (Sozura) entwickelt, zu welcher unſer ſchwarzer, gelbgefleckter Landſalamander (Salamandra maculosa) und unſere flinken Waſſermolche (Triton) gehören. Manche von ihnen (z. B. die nordamerikaniſchen Gattungen Amphiuma und Menopoma) haben noch die Kiemenſpalte beibehalten, trotzdem ſie die Kiemen ſelbſt verloren haben. Alle aber behalten den Schwanz zeitlebens. Bisweilen konſerviren die Tritonen auch die Kiemen und bleiben ſo ganz auf der Stufe der Kiemenlurche ſtehen, wenn man ſie nämlich zwingt, beſtändig im Waſſer zu bleiben (vergl. oben S. 215). Die dritte Ordnung, die Schwanzloſen oder Froſchlurche (Anura), verlieren bei der Metamorphoſe nicht nur die Kiemen, durch welche ſie in früher Jugend (als ſogenannte „Kaulquappen") Waſſer athmen, ſondern auch den Schwanz, mit dem ſie herumſchwimmen. Sie durchlaufen alſo während ihrer Ontogenie den Entwickelungsgang der ganzen Unterklaſſe, indem ſie zuerſt Kiemenlurche, ſpäter Schwanzlurche, und zuletzt

Froſchlurche ſind. Offenbar ergiebt ſich daraus, daß die Froſchlurche ſich erſt ſpäter aus den Schwanzlurchen, wie dieſe ſelbſt aus den urſprünglich allein vorhandenen Kiemenlurchen entwickelt haben.

Indem wir nun von den Amphibien zu der nächſten Wirbelthierklaſſe, den Reptilien übergehen, bemerken wir eine ſehr bedeutende Vervollkommnung in der ſtufenweiſe fortſchreitenden Organiſation der Wirbelthiere. Alle bisher betrachteten Paarnaſen oder Amphirhinen, und namentlich die beiden großen Klaſſen der Fiſche und Lurche, ſtimmen in einer Anzahl von wichtigen Charakteren überein, durch welche ſie ſich von den drei noch übrigen Wirbelthierklaſſen, den Reptilien, Vögeln und Säugethieren, ſehr weſentlich unterſcheiden. Bei dieſen letzteren bildet ſich während der embryonalen Entwickelung rings um den Embryo eine von ſeinem Nabel auswachſende beſondere zarte Hülle, die Fruchthaut oder das Amnion, welche mit dem Fruchtwaſſer oder Amnionwaſſer gefüllt iſt, und in dieſem das Embryon oder den Keim blaſenförmig umſchließt. Wegen dieſer ſehr wichtigen und charakteriſtiſchen Bildung können wir jene drei höchſt entwickelten Wirbelthierklaſſen als Amnionthiere (Amniota) zuſammenfaſſen. Die vier ſoeben betrachteten Klaſſen der Paarnaſen dagegen, denen das Amnion, ebenſo wie allen niederen Wirbelthieren (Unpaarnaſen und Schädelloſen) fehlt, können wir jenen als Amnionloſe (Anamnia) entgegenſetzen.

Die Bildung der Fruchthaut oder des Amnion, durch welche ſich die Reptilien, Vögel und Säugethiere von allen anderen Wirbelthieren unterſcheiden, iſt offenbar ein höchſt wichtiger Vorgang in der Ontogenie und der ihr entſprechenden Phylogenie der Wirbelthiere. Er fällt zuſammen mit einer Reihe von anderen Vorgängen, welche weſentlich die höhere Entwickelung der Amnionthiere beſtimmten. Dahin gehört vor allen der gänzliche Verluſt der Kiemen, deſſenwegen man ſchon früher die Amnioten als Kiemenloſe (Ebranchiata) allen übrigen Wirbelthieren als Kiemenathmenden (Branchiata) entgegengeſetzt hatte. Bei allen bisher betrachteten Wirbelthieren fanden ſich athmende Kiemen entweder zeitlebens, oder doch

wenigstens, wie bei Fröschen und Molchen, in früher Jugend. Bei den Reptilien, Vögeln und Säugethieren dagegen kommen zu keiner Zeit des Lebens wirklich athmende Kiemen vor, und die auch hier vorhandenen Kiemenbogen gestalten sich im Laufe der Ontogenie zu ganz anderen Gebilden, zu Theilen des Kieferapparats und des Gehörorgans (vergl. oben S. 274). Alle Amnionthiere besitzen im Gehörorgan eine sogenannte „Schnecke" und ein dieser entsprechendes „rundes Fenster". Diese Theile fehlen dagegen den Amnionlosen. Bei diesen letzteren liegt der Schädel des Embryon in der gradlinigen Fortsetzung der Wirbelsäule. Bei den Amnionthieren dagegen erscheint die Schädelbasis von der Bauchseite her eingeknickt, so daß der Kopf auf die Brust herabsinkt (Taf. III, Fig. C, D, G, H). Auch entwickeln sich erst bei den Amnioten die Thränenorgane im Auge.

Wann fand nun im Laufe der organischen Erdgeschichte dieser wichtige Vorgang statt? Wann entwickelte sich aus einem Zweige der Amnionlosen (und zwar jedenfalls aus einem Zweige der Amphibien) der gemeinsame Stammvater aller Amnionthiere?

Auf diese Frage geben uns die versteinerten Wirbelthierreste zwar keine ganz bestimmte, aber doch eine annähernde Antwort. Mit Ausnahme nämlich von zwei im permischen Systeme gefundenen eidechsenähnlichen Thieren (dem Proterosaurus und Rhopalodon) gehören alle übrigen versteinerten Reste, welche wir bis jetzt von Amnionthieren kennen, der Secundärzeit, Tertiärzeit und Quartärzeit an. Von jenen beiden Wirbelthieren aber ist es noch zweifelhaft, ob sie schon wirkliche Reptilien und nicht vielleicht salamanderähnliche Amphibien sind. Wir kennen von ihnen allein das Skelet, und dies nicht einmal vollständig. Da wir nun von den entscheidenden Merkmalen der Weichthiere gar Nichts wissen, so ist es wohl möglich, daß der Proterosaurus und der Rhopalodon noch amnionlose Thiere waren, welche den Amphibien näher als den Reptilien standen, vielleicht auch zu den Uebergangsformen zwischen beiden Klassen gehörten. Da aber andrerseits unzweifelhafte Amnionthiere bereits in der Trias versteinert vorgefunden werden, so ist es wohl

möglich, daß die Hauptklaſſe der Amnioten ſich erſt in der Triaszeit, im Beginn des meſolithiſchen Zeitalters, entwickelte. Wie wir ſchon früher ſahen, iſt offenbar gerade dieſer Zeitraum einer der wichtigſten Wendepunkte in der organiſchen Erdgeſchichte. An die Stelle der paläolithiſchen Farnwälder traten damals die Nadelwälder der Trias. In vielen Abtheilungen der wirbelloſen Thiere traten wichtige Umgeſtaltungen ein: Aus den getäfelten Seelilien (Phatnocrina) entwickelten ſich die gegliederten (Colocrina). Die Autechiniden oder die Seeigel mit zwanzig Plattenreihen traten an die Stelle der paläolithiſchen Palechiniden, der Seeigel mit mehr als zwanzig Plattenreihen. Die Cyſtideen, Blaſtoideen, Trilobiten und andere charakteriſtiſche wirbelloſe Thiergruppen der Primärzeit waren ſo eben ausgeſtorben. Kein Wunder, wenn die umgeſtaltenden Anpaſſungsverhältniſſe im Beginn der Triaszeit auch auf den Wirbelthierſtamm mächtig einwirkten, und die Entſtehung der Amnionthiere veranlaßten.

Wenn man dagegen die beiden eidechſen- oder ſalamanderähnlichen Thiere der Permzeit, den Proteroſaurus und den Rhopalodon, als echte Reptilien, mithin als die älteſten Amnioten betrachtet, ſo würde die Entſtehung dieſer Hauptklaſſe bereits um eine Periode früher, gegen das Ende der Primärzeit fallen, in die permiſche Periode. Alle übrigen Reptilienreſte aber, welche man früher im permiſchen, im Steinkohlenſyſtem oder gar im devoniſchen Syſteme gefunden zu haben glaubte, haben ſich entweder nicht als Reptilienreſte, oder als viel jüngeren Alters (meiſtens der Trias angehörig) herausgeſtellt. (Vergl. Taf. XIV.)

Die gemeinſame hypothetiſche Stammform aller Amnionthiere, welche wir als Protamnion bezeichnen können, und welche möglicherweiſe dem Proteroſaurus nahe verwandt war, ſtand vermuthlich im Ganzen hinſichtlich ihrer Körperbildung in der Mitte zwiſchen den Salamandern und Eidechſen. Ihre Nachkommenſchaft ſpaltete ſich ſchon frühzeitig in zwei verſchiedene Linien, von denen die eine die

Hauptkla… aarnasen oder Amphirhinen
Klas… it Amnion, ohne Kiemen.
und Unterk… .
des Wirb…
Stamm…

| | | Drachen Dinosauria. | Schnabelschleicher Anomodontia. | Vögel. Aves. | Säugethiere. Mammalia: Schnabelthiere. Monotrema. | Beutelthiere. Marsupialia. | Placentalthiere. Placentalia. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cenolith. oder Tertiaer-Zeit. | Plio… | | | | 59. 60. | | |
| | Mioc… | | | | | | |
| | Eoca… | | | | | 62 | |
| Mesolithisches oder Secundaeres Zeitalter | Kr… Per… | | | | | | |
| | J… Per… | | | 58 | | | |
| | Tr… Per… | | 39 | 39 | 61 | | |
| Palaeolithisches oder Primaeres Zeitalter. | Pe… Per… | | | | | | |
| | Stein… Per… | | | | | | |
| | De… Per… | | | | | | |
| Archolithisches oder Primordiales Zeitalter. | Silu… Per… | | | | | | |
| | Camb… Per… | | | | | | |
| | Laure… Pe… | | | | | | |

r

es

l.

*Relative Länge der 5 Zeitalter in Procenten:*

| | |
|---|---|
| V. Quartär-Zeit | 0,5 |
| IV. Tertiär-Zeit | 2,3 |
| III. Secundär-Zeit | 11,5 |
| II. Primär-Zeit | 32,1 |
| I. Primordial-Zeit | 53,6 |
| Summa | 100,0 |

Druck v. E. Gültsch

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

gemeinsame Stammform der Reptilien und Vögel, die andere die Stammform der Säugethiere wurde.

Die Schleicher (Reptilia oder Pholidota, auch Sauria im weitesten Sinne genannt) bleiben von allen drei Klassen der Amnionthiere auf der tiefsten Bildungsstufe stehen und entfernen sich am wenigsten von ihren Stammvätern, den Amphibien. Daher wurden sie früher allgemein zu diesen gerechnet, obwohl sie in ihrer ganzen Organisation viel näher den Vögeln als den Amphibien verwandt sind. Gegenwärtig leben von den Reptilien nur noch vier Ordnungen, nämlich die Eidechsen, Schlangen, Krokodile und Schildkröten. Diese bilden aber nur noch einen schwachen Rest von der ungemein mannichfaltig und bedeutend entwickelten Reptiliengruppe, welche während der mesolithischen oder Sekundärzeit lebte und damals alle anderen Wirbelthierklassen beherrschte. Die ausnehmende Entwickelung der Reptilien während der Sekundärzeit ist so charakteristisch, daß wir diese danach eben so gut, wie nach den Gymnospermen, benennen konnten (S. 343). Von den 27 Unterordnungen, welche die nachstehende Tabelle Ihnen vorführt, gehören 12, und von den acht Ordnungen gehören vier ausschließlich der Sekundärzeit an. Diese mesolithischen Gruppen sind durch ein † bezeichnet. Mit einziger Ausnahme der Schlangen finden sich alle Ordnungen schon im Jura oder der Trias versteinert vor.

In der ersten Ordnung, den Stammreptilien oder Stammschleichern (Tocosauria), fassen wir die ausgestorbenen Fachzähner (Thecodontia) der Triaszeit mit denjenigen Reptilien zusammen, welche wir als die gemeinsame Stammform der ganzen Klasse betrachten können. Zu diesen letzteren, welche wir als Urschleicher (Proreptilia) bezeichnen können, gehört möglicherweise der Proterosaurus des permischen Systems. Die sieben übrigen Ordnungen sind als divergente Zweige aufzufassen, welche sich aus jener gemeinsamen Stammform nach verschiedenen Richtungen hin entwickelt haben. Die Thecodonten der Trias, die einzigen sicher bekannten fossilen Reste von Tocosauriern, waren Eidechsen, welche den heute noch lebenden

Monitoren oder Warneidechſen (Monitor, Varanus) ziemlich ähnlich geweſen zu ſein ſcheinen.

Unter den vier Schleicherordnungen, welche gegenwärtig noch leben, und welche ſchon ſeit Beginn der Tertiärzeit allein die Klaſſe vertreten haben, ſchließen ſich die Eidechſen (Lacertilia) wahrſcheinlich am nächſten an die ausgeſtorbenen Stammreptilien an, beſonders durch die ſchon genannten Monitoren. Aus einem Zweige der Eidechſenordnung hat ſich die Abtheilung der Schlangen (Ophidia) entwickelt, und zwar wahrſcheinlich erſt im Beginn der Tertiärzeit. Wenigſtens kennt man verſteinerte Schlangen bis jetzt bloß aus tertiären Schichten. Viel früher ſind die Krokodile (Crocodilia) entſtanden, von denen die Teleoſaurier und Steneoſaurier maſſenhaft verſteinert ſchon im Jura gefunden werden; die jetzt allein noch lebenden Alligatoren dagegen kommen erſt in den Kreide- und Tertiärſchichten foſſil vor. Am meiſten iſolirt unter den vier lebenden Reptilienordnungen ſteht die merkwürdige Gruppe der Schildkröten (Chelonia). Dieſe ſonderbaren Thiere kommen zuerſt verſteinert im Jura vor. Sie nähern ſich durch einige Charaktere den Amphibien, durch andere den Krokodilen, und durch gewiſſe Eigenthümlichkeiten ſogar den Vögeln, ſo daß ihr wahrer Platz im Stammbaum der Reptilien wahrſcheinlich tief unten an der Wurzel liegt. Höchſt auffallend iſt die außerordentliche Aehnlichkeit, welche ihre Embryonen ſelbſt noch in ſpäteren Stadien der Ontogeneſis mit denjenigen der Vögel zeigen (vergl. Taf. II und III).

Die vier ausgeſtorbenen Reptilienordnungen zeigen unter einander und mit den eben angeführten vier lebenden Ordnungen ſo mannichfaltige und verwickelte Verwandtſchaftsbeziehungen, daß wir bei dem gegenwärtigen Zuſtande unſerer Kenntniß noch gänzlich auf die Aufſtellung eines Stammbaums verzichten müſſen. Eine der abweichendſten und merkwürdigſten Formen bilden die berühmten Flugreptilien (Pterosauria); fliegende Eidechſen, bei denen der außerordentlich verlängerte fünfte Finger der Hand als Stütze einer gewaltigen Flughaut diente. Sie flogen in der Sekundärzeit wahr-

# Syſtematiſche Ueberſicht

## der 8 Ordnungen und 27 Unterordnungen der Reptilien.

(Die mit einem † bezeichneten Gruppen ſind ſchon während der Sekundärzeit ausgeſtorben).

| Ordnungen der Reptilien | Unterordnungen der Reptilien | Syſtematiſcher Name der Unterordnungen | Ein Gattungsname als Beiſpiel |
|---|---|---|---|
| I. Stammreptilien Tocosauria † | 1. Urſchleicher | 1. Proreptilia | † (Proterosaurus?) |
| | 2. Fachzähner | 2. Thecodontia | † Palaeosaurus |
| II. Eidechſen Lacertilia | 3. Spaltzüngler | 3. Fissilingues | Monitor |
| | 4. Dickzüngler | 4. Crassilingues | Iguana |
| | 5. Kurzzüngler | 5. Brevilingues | Anguis |
| | 6. Ringeleidechſen | 6. Glyptodermata | Amphisbaena |
| | 7. Chamaeleonen | 7. Vermilingues | Chamaeleo |
| III. Schlangen Ophidia | 8. Nattern | 8. Aglyphodonta | Coluber |
| | 9. Baumſchlangen | 9. Opisthoglypha | Dipsas |
| | 10. Giftnattern | 10. Proteroglypha | Hydrophis |
| | 11. Ottern | 11. Solenoglypha | Vipera |
| | 12. Wurmſchlangen | 12. Opoterodonta | Typhlops |
| IV. Crocodile Crocodilia | 13. Amphicoelen | 13. Teleosauria | † Teleosaurus |
| | 14. Opiſthocoelen | 14. Steneosauria | † Steneosaurus |
| | 15. Proſthocoelen | 15. Alligatores | Alligator |
| V. Schildkröten Chelonia | 16. Seeſchildkröten | 16. Thalassita | Chelone |
| | 17. Flußſchildkröten | 17. Potamita | Trionyx |
| | 18. Sumpfſchildkröten | 18. Elodita | Emys |
| | 19. Landſchildkröten | 19. Chersita | Testudo |
| VI. Flugreptilien Pterosauria † | 20. Langſchwänzige Flugeidechſen | 20. Rhamphorhynchi | † Rhamphorhynchus |
| | 21. Kurzſchwänzige Flugeidechſen | 21. Pterodactyli | † Pterodactylus |
| VII. Drachen Dinosauria † | 22. Rieſendrachen | 22. Harpagosauria | † Megalosaurus |
| | 23. Elephantendrachen | 23. Therosauria | † Iguanodon |
| VIII. Schnabelreptilien Anomodontia † | 24. Hundszähner | 24. Cynodontia | † Dicynodon |
| | 25. Fehlzähner | 25. Cryptodontia | † Udenodon |
| | 26. Känguruhſchleicher | 26. Hypsosauria | † Compsognathus |
| | 27. Vogelſchleicher | 27. Tocornithes | † (Tocornis) |

ſcheinlich in ähnlicher Weiſe umher, wie jetzt die Fledermäuſe. Die kleinſten Flugeidechſen hatten ungefähr die Größe eines Sperlings. Die größten Pteroſaurier aber, mit einer Klafterweite der Flügel von mehr als 16 Fuß, übertrafen die größten jetzt lebenden fliegenden Vögel (Condor und Albatros) an Umfang. Ihre verſteinerten Reſte, die langſchwänzigen Rhamphorhynchen und die kurzſchwänzigen Pterodactylen, finden ſich zahlreich verſteinert in allen Schichten der Jura- und Kreidezeit, aber nur in dieſen vor.

Nicht minder merkwürdig und für das meſolithiſche Zeitalter charakteriſtiſch war die Gruppe der Drachen oder Lindwürmer (Dinosauria oder Pachypoda). Dieſe koloſſalen Reptilien, welche eine Länge von mehr als 50 Fuß erreichten, ſind die größten Landbewohner, welche jemals unſer Erdball getragen hat. Sie lebten ausſchließlich in der Sekundärzeit. Die meiſten Reſte derſelben finden ſich in der unteren Kreide, namentlich in der Wälderformation Englands. Die Mehrzahl waren furchtbare Raubthiere (Megaloſaurus von 20—30, Peloroſaurus von 40—60 Fuß Länge). Iguanodon jedoch und einige andere lebten von Pflanzennahrung und ſpielten in den Wäldern der Kreidezeit wahrſcheinlich eine ähnliche Rolle, wie die ebenſo ſchwerfälligen, aber kleineren Elephanten, Flußpferde und Nashörner der Gegenwart.

Vielleicht den Drachen nahe verwandt waren die ebenfalls längſt ausgeſtorbenen Schnabelreptilien (Anomodontia), von denen ſich viele merkwürdige Reſte in der Trias und im Jura finden. Die Kiefer waren bei ihnen, ähnlich wie bei den meiſten Flugreptilien und Schildkröten, zu einem Schnabel umgebildet, der entweder nur verkümmerte Zahnrudimente oder gar keine Zähne mehr trug. In dieſer Ordnung (wenn nicht in der vorhergehenden) müſſen wir die Stammeltern den Vögelklaſſe ſuchen, die wir mit dem Namen der Vogelreptilien (Tocornithes) bezeichnen können. Dieſen letzteren wahrſcheinlich ſehr nahe verwandt war der ſonderbare, kängaruhähnliche Kompſognathus aus dem Jura, der in ſehr wichtigen Charakteren bereits eine Annäherung an den Vogelkörperbau zeigt.

Die Klaſſe der Vögel (Aves) iſt, wie ſchon bemerkt, durch ihren inneren Bau und durch ihre embryonale Entwickelung den Reptilien ſo nahe verwandt, daß ſie ohne allen Zweifel aus einem Zweige dieſer Klaſſe wirklich ihren Urſprung genommen hat. Wie Ihnen allein ſchon ein Blick auf Taf. II und III zeigt, ſind die Embryonen der Vögel zu einer Zeit, in der ſie bereits ſehr weſentlich von den Embryonen der Säugethiere verſchieden erſcheinen, von denen der Schildkröten und anderer Reptilien noch kaum zu unterſcheiden. Die Dotterfurchung iſt bei den Vögeln und Reptilien partiell, bei den Säugethieren total. Die rothen Blutzellen der erſteren beſitzen einen Kern, die der letzteren dagegen nicht. Die Haare der Säugethiere entwickeln ſich in anderer Weiſe, als die Federn der Vögel und die Schuppen der Reptilien. Der Unterkiefer der letzteren iſt viel verwickelter zuſammengeſetzt, als derjenige der Säugethiere. Auch fehlt dieſen letzteren das Quadratbein der erſteren. Während bei den Säugethieren (wie bei den Amphibien) die Verbindung zwiſchen dem Schädel und dem erſten Halswirbel durch zwei Gelenkhöcker oder Condylen geſchieht, ſind dieſe dagegen bei den Vögeln und Reptilien zu einem einzigen verſchmolzen. Man kann die beiden letzteren Klaſſen daher mit vollem Rechte in einer Gruppe als Monocondylia zuſammenfaſſen und dieſer die Säugethiere als Dicondylia gegenüber ſetzen.

Die Abzweigung der Vögel von den Reptilien fand jedenfalls erſt während der meſolithiſchen Zeit, und zwar wahrſcheinlich während der Triaszeit ſtatt. Die älteſten foſſilen Vogelreſte ſind im oberen Jura gefunden worden (Archaeopteryx). Aber ſchon in der Triaszeit lebten verſchiedene Saurier (Anomodonten), die in mehrfacher Hinſicht den Uebergang von den Tocoſauriern zu den Stammvätern der Vögel, den hypothetiſchen Tocornithen, zu bilden ſcheinen. Wahrſcheinlich waren dieſe Tocornithen von anderen Schnabeleidechſen im Syſteme kaum zu trennen, und namentlich dem känguruhartigen Compsognathus aus dem Jura von Solenhofen nächſt verwandt. Huxley ſtellt dieſen letzteren zu den Dinoſauriern, und glaubt, daß dieſe die nächſten Verwandten der Tocornithen ſeien.

Die große Mehrzahl der Vögel erſcheint, trotz aller Mannichfaltigkeit in der Färbung des ſchönen Federkleides und in der Bildung des Schnabels und der Füße, höchſt einförmig organiſirt, in ähnlicher Weiſe, wie die Inſektenklaſſe. Den äußeren Exiſtenzbedingungen hat ſich die Vogelform auf das Vielfältigſte angepaßt, ohne dabei irgend weſentlich von dem ſtreng erblichen Typus der charakteriſtiſchen inneren Bildung abzuweichen. Nur zwei kleine Gruppen, einerſeits die fiederſchwänzigen Vögel (Saururae), andrerſeits die ſtraußartigen (Ratitae), entfernen ſich erheblich von dem gewöhnlichen Vogeltypus, dem der kielbrüſtigen (Carinatae), und demnach kann man die ganze Klaſſe in drei Unterklaſſen eintheilen.

Die erſte Unterklaſſe, die reptilienſchwänzigen oder fiederſchwänzigen Vögel (Saururae) ſind bis jetzt bloß durch einen einzigen und noch dazu unvollſtändigen foſſilen Abdruck bekannt, welcher aber als die älteſte und dabei ſehr eigenthümliche Vogelverſteinerung eine hohe Bedeutung beanſprucht. Das iſt der Urgreif oder die Archaeopteryx lithographica, welche bis jetzt erſt in einem Exemplar in dem lithographiſchen Schiefer von Solenhofen, im oberen Jura von Baiern, gefunden wurde. Dieſer merkwürdige Vogel ſcheint im Ganzen Größe und Wuchs eines ſtarken Raben gehabt zu haben, wie namentlich die wohl erhaltenen Beine zeigen; Kopf und Bruſt fehlen leider. Die Flügelbildung weicht ſchon etwas von derjenigen der anderen Vögel ab, noch viel mehr aber der Schwanz. Bei allen übrigen Vögeln iſt der Schwanz ſehr kurz, aus wenigen kurzen Wirbeln zuſammengeſetzt. Die letzten derſelben ſind zu einer dünnen, ſenkrecht ſtehenden Knochenplatte verwachſen, an welcher ſich die Steuerfedern des Schwanzes fächerförmig anſetzen. Die Archäopteryx dagegen hat einen langen Schwanz, wie die Eidechſen, aus zahlreichen (20) langen und dünnen Wirbeln zuſammengeſetzt; und an jedem Wirbel ſitzen zweizeilig ein paar ſtarke Steuerfedern, ſo daß der ganze Schwanz regelmäßig gefiedert erſcheint. Dieſelbe Bildung der Schwanzwirbelſäule zeigt ſich bei den Embryonen der übrigen Vögel vorübergehend, ſo daß offenbar der Schwanz der

Archäopteryx die ursprüngliche, von den Reptilien ererbte Form des Vogelschwanzes darstellt. Wahrscheinlich lebten ähnliche Vögel mit Eidechsenschwanz um die mittlere Sekundärzeit in großer Menge; der Zufall hat uns aber erst diesen einen Rest bis jetzt enthüllt.

Zu den fächerschwänzigen oder kielbrüstigen Vögeln (Carinatae), welche die zweite Unterklasse bilden, gehören alle jetzt lebenden Vögel, mit Ausnahme der straußartigen oder Ratiten. Sie haben sich wahrscheinlich in der zweiten Hälfte der Sekundärzeit, in der Jurazeit oder in der Kreidezeit, aus den federschwänzigen durch Verwachsung der hinteren Schwanzwirbel und Verkürzung des Schwanzes entwickelt. Aus der Sekundärzeit kennt man von ihnen nur sehr wenige Reste, und zwar nur aus dem letzten Abschnitt derselben, aus der Kreide. Diese Reste gehören einem albatrosartigen Schwimmvogel und einem schnepfenartigen Stelzvogel an. Alle übrigen bis jetzt bekannten versteinerten Vogelreste sind in den Tertiärschichten gefunden.

Die straußartigen oder büschelschwänzigen Vögel (Ratitae), auch Laufvögel (Cursores) genannt, die dritte und letzte Unterklasse, ist gegenwärtig nur noch durch wenige lebende Arten vertreten, durch den zweizehigen afrikanischen Strauß, den dreizehigen amerikanischen und neuholländischen Strauß, den indischen Casuar, und den vierzehigen Kiwi oder Apteryx von Neuseeland. Auch die ausgestorbenen Riesenvögel von Madagaskar (Aepyornis) und von Neuseeland (Dinornis), welche viel größer waren als die jetzt lebenden größten Strauße, gehören zu dieser Gruppe. Wahrscheinlich sind die straußartigen Vögel durch Abgewöhnung des Fliegens, durch die damit verbundene Rückbildung der Flugmuskeln und des denselben zum Ansatz dienenden Brustbeinkammes, und durch entsprechend stärkere Ausbildung der Hinterbeine zum Laufen, aus einem Zweige der kielbrüstigen Vögel entstanden. Vielleicht sind dieselben jedoch auch, wie Huxley meint, nächste Verwandte der Dinosaurier, und der diesen nahestehenden Reptilien, namentlich des Kompsognathus. Jedenfalls ist die gemeinsame Stammform aller Vögel unter den ausgestorbenen Reptilien zu suchen.

# Einundzwanzigſter Vortrag.

## Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.

## IV. Säugethiere.

---

**Syſtem der Säugethiere nach Linné und nach Blainville. Drei Unterklaſſen der Säugethiere (Ornithodelphien, Didelphien, Monodelphien). Ornithodelphien oder Monotremen. Schnabelthiere (Ornithoſtomen). Didelphien oder Marſupialien. Pflanzenfreſſende und fleiſchfreſſende Beutelthiere. Monodelphien oder Placentalien (Placentalthiere). Bedeutung der Placenta. Zottenplacentner. Gürtelplacentner. Scheibenplacentner. Decidualoſe oder Indeciduen. Hufthiere. Unpaarhufer und Paarhufer. Walthiere. Zahnarme. Deciduathiere oder Deciduaten. Halbaffen. Nagethiere. Scheinhufer. Inſektenfreſſer. Raubthiere. Flederthiere. Affen.**

Meine Herren! Es giebt nur wenige Anſichten in der Syſtematik der Organismen, über welche die Naturforſcher von jeher einig geweſen ſind. Zu dieſen wenigen unbeſtrittenen Punkten gehört die bevorzugte Stellung der Säugethierklaſſe an der Spitze des Thierreichs. Der Grund dieſes Privilegiums liegt theils in dem beſonderen Intereſſe, dem mannichfaltigen Nutzen und dem vielen Vergnügen, das in der That die Säugethiere mehr als alle anderen Thiere dem Menſchen darbieten; theils und noch mehr aber in dem Umſtande, daß der Menſch ſelbſt ein Glied dieſer Klaſſe iſt. Denn wie verſchiedenartig auch ſonſt die Stellung des Menſchen in der Natur und im Syſtem der Thiere beurtheilt worden iſt, niemals iſt je ein Naturforſcher darüber in Zweifel geweſen, daß der Menſch, mindeſtens rein morphologiſch betrachtet, zur Klaſſe der Säugethiere gehöre.

Daraus folgt aber für uns ohne Weiteres der höchst bedeutende Schluß, daß der Mensch auch seiner Blutsverwandtschaft nach ein Glied dieser Thierklasse ist, und aus längst ausgestorbenen Säugethierformen sich historisch entwickelt hat. Dieser Umstand allein schon wird es rechtfertigen, daß wir hier der Geschichte und dem Stammbaum der Säugethiere unsere besondere Aufmerksamkeit zuwenden. Lassen Sie uns zu diesem Zwecke wieder zunächst das System dieser Thierklasse untersuchen.

Von den älteren Naturforschern wurde die Klasse der Säugethiere mit vorzüglicher Rücksicht auf die Bildung des Gebisses und der Füße in eine Reihe von 8—16 Ordnungen eingetheilt. Auf der tiefsten Stufe dieser Reihe standen die Walfische, welche durch ihre fischähnliche Körpergestalt sich am meisten vom Menschen, der höchsten Stufe, zu entfernen schienen. So unterschied Linné folgende acht Ordnungen: 1. Cete (Wale); 2. Belluae (Flußpferde und Pferde); 3. Pecora (Wiederkäuer); 4. Glires (Nagethiere und Nashorn); 5. Bestiae (Insektenfresser, Beutelthiere und verschiedene Andere); 6. Ferae (Raubthiere); 7. Bruta (Zahnarme und Elephanten); 8. Primates (Fledermäuse, Halbaffen, Affen und Menschen). Nicht viel über diese Klassifikation von Linné erhob sich diejenige von Cuvier, welche für die meisten folgenden Zoologen maßgebend wurde. Cuvier unterschied folgende acht Ordnungen: 1. Cetacea (Wale); 2. Ruminantia (Wiederkäuer); 3. Pachyderma (Hufthiere nach Ausschluß der Wiederkäuer); 4. Edentata (Zahnarme); 5. Rodentia (Nagethiere); 6. Carnassia (Beutelthiere, Raubthiere, Insektenfresser und Flederthiere); 7. Quadrumana (Halbaffen und Affen); 8. Bimana (Menschen).

Den bedeutendsten Fortschritt in der Klassifikation der Säugethiere that schon 1816 der ausgezeichnete, bereits vorher erwähnte Anatom Blainville, welcher zuerst mit tiefem Blick die drei natürlichen Hauptgruppen oder Unterklassen der Säugethiere erkannte, und sie nach der Bildung ihrer Fortpflanzungsorgane als Ornithodelphien, Didelphien und Monodelphien unterschied. Da diese

Eintheilung heutzutage mit Recht bei allen wiſſenſchaftlichen Zoologen wegen ihrer tiefen Begründung durch die Entwickelungsgeſchichte als die beſte gilt, ſo laſſen Sie uns derſelben auch hier folgen.

Die erſte Unterklaſſe bilden die Kloakenthiere oder Bruſtloſen, auch Gabler oder Gabelthiere genannt (Monotrema oder Ornithodelphia). Sie ſind heute nur noch durch zwei lebende Säugethierarten vertreten, die beide auf Neuholland und das benachbarte Vandiemensland beſchränkt ſind: das wegen ſeines Vogelſchnabels ſehr bekannte Waſſerſchnabelthier (Ornithorhynchus paradoxus) und das weniger bekannte, igelähnliche Landſchnabelthier (Echidna hystrix). Dieſe beiden ſeltſamen Thiere, welche man in der Ordnung der Schnabelthiere (Ornithostoma) zuſammenfaßt, ſind offenbar die letzten überlebenden Reſte einer vormals formenreichen Thiergruppe, welche in der älteren Sekundärzeit allein die Säugethierklaſſe vertrat, und aus der ſich erſt ſpäter, wahrſcheinlich in der Jurazeit, die zweite Unterklaſſe, die Didelphien, entwickelte. Leider ſind uns von dieſer älteſten Stammgruppe der Säugethiere, welche wir als Stammſäuger (Promammalia) bezeichnen wollen, bis jetzt noch keine foſſilen Reſte mit voller Sicherheit bekannt. Doch gehören dazu möglicherweiſe die älteſten bekannten von allen verſteinerten Säugethieren, namentlich der Microlestes antiquus, von dem man bis jetzt allerdings nur einige kleine Backzähne kennt. Dieſe ſind in den oberſten Schichten der Trias, im Keuper, und zwar zuerſt (1847) in Deutſchland (bei Degerloch unweit Stuttgart), ſpäter auch (1858) in England (bei Frome) gefunden worden. Aehnliche Zähne ſind neuerdings auch in der nordamerikaniſchen Trias gefunden und als Dromatherium sylvestre beſchrieben. Dieſe merkwürdigen Zähne, aus deren charakteriſtiſcher Form man auf ein inſektenfreſſendes Säugethier ſchließen kann, ſind die einzigen Reſte von Säugethieren, welche man bis jetzt in den älteren Sekundärſchichten, in der Trias, gefunden hat. Vielleicht gehören aber außer dieſen auch noch manche andere, im Jura und in der Kreide gefundene Säugethierzähne, welche jetzt gewöhnlich Beutelthieren zugeſchrieben werden, eigentlich Kloaken-

thieren an. Bei dem Mangel der charakteriſtiſchen Weichtheile läßt ſich dies nicht ſicher unterſcheiden. Jedenfalls müſſen dem Auftreten der Beutelthiere zahlreiche, mit entwickeltem Gebiß und mit einer Kloake verſehene Gabelthiere vorausgegangen ſein.

Die Bezeichnung: „Kloakenthiere" (Monotrema) im weiteren Sinne haben die Ornithodelphien wegen der Kloake erhalten, durch deren Beſitz ſie ſich von allen übrigen Säugethieren unterſcheiden, und dagegen mit den Vögeln, Reptilien, Amphibien, überhaupt mit den niederen Wirbelthieren übereinſtimmen. Die Kloakenbildung beſteht darin, daß der letzte Abſchnitt des Darmkanals die Mündungen des Urogenitalapparates, d. h. der vereinigten Harn- und Geſchlechtsorgane, aufnimmt, während dieſe bei allen übrigen Säugethieren (Didelphien ſowohl als Monodelphien) getrennt vom Maſtdarm ausmünden. Jedoch iſt auch bei dieſen in der erſten Zeit des Embryolebens die Kloakenbildung vorhanden, und erſt ſpäter (beim Menſchen gegen die zwölfte Woche der Entwickelung) tritt die Trennung der beiden Mündungsöffnungen ein. „Gabelthiere" hat man die Kloakenthiere auch wohl genannt, weil die vorderen Schlüſſelbeine mittelſt des Bruſtbeines mit einander in der Mitte zu einem Knochenſtück verwachſen ſind, ähnlich dem bekannten „Gabelbein" der Vögel. Bei den übrigen Säugethieren bleiben die beiden Schlüſſelbeine vorn völlig getrennt, und verwachſen nicht mit dem Bruſtbein. Ebenſo ſind die hinteren Schlüſſelbeine oder Korakoidknochen bei den Gabelthieren viel ſtärker als bei den übrigen Säugethieren entwickelt und verbinden ſich mit dem Bruſtbein.

Auch in vielen anderen Charakteren, namentlich in der Bildung der inneren Geſchlechtsorgane, des Gehörlabyrinthes und des Gehirns, ſchließen ſich die Schnabelthiere näher den übrigen Wirbelthieren als den Säugethieren an, ſo daß man ſie ſelbſt als eine beſondere Klaſſe von dieſen hat trennen wollen. Jedoch gebären ſie, gleich allen anderen Säugethieren, lebendige Junge, welche eine Zeit lang von der Mutter mit ihrer Milch ernährt werden. Während aber bei allen übrigen die Milch durch die Saugwarzen oder Zitzen der Milchdrüſe

entleert wird, fehlen dieſe den Schnabelthieren gänzlich, und die Milch tritt einfach aus einer ebenen, ſiebförmig durchlöcherten Hautſtelle hervor. Man kann ſie daher auch als Bruſtloſe oder Zitzenloſe (Amasta) bezeichnen.

Die auffallende Schnabelbildung der beiden noch lebenden Schnabelthiere, welche mit Verkümmerung der Zähne verbunden iſt, muß offenbar nicht als weſentliches Merkmal der ganzen Unterklaſſe der Kloakenthiere, ſondern als ein zufälliger Anpaſſungscharakter angeſehen werden, welcher die letzten Reſte der Klaſſe von der ausgeſtorbenen Hauptgruppe ebenſo unterſcheidet, wie die Bildung eines ebenfalls zahnloſen Rüſſels manche Zahnarme (z. B. die Ameiſenfreſſer) vor den übrigen Placentalthieren auszeichnet. Die unbekannten ausgeſtorbenen Stammſäugethiere oder Promammalien, die in der Triaszeit lebten, und von denen die beiden heutigen Schnabelthiere nur einen einzelnen, verkümmerten und einſeitig ausgebildeten Aſt darſtellen, beſaßen wahrſcheinlich ein ſehr entwickeltes Gebiß, gleich den Beutelthieren, die ſich zunächſt aus ihnen entwickelten.

Die Beutelthiere oder Beutler (Didelphia oder Marsupialia), die zweite von den drei Unterklaſſen der Säugethiere, vermittelt in jeder Hinſicht, ſowohl in anatomiſcher und embryologiſcher, als in genealogiſcher und hiſtoriſcher Beziehung, den Uebergang zwiſchen den beiden anderen, den Kloakenthieren und Placentalthieren. Zwar leben von dieſer Gruppe noch jetzt zahlreiche Vertreter, namentlich die allbekannten Känguruhs, Beutelratten und Beutelhunde. Allein im Ganzen geht offenbar auch dieſe Unterklaſſe, gleich der vorhergehenden, ihrem völligen Ausſterben entgegen, und die noch lebenden Glieder derſelben ſind die letzten überlebenden Reſte einer großen und formenreichen Gruppe, welche während der jüngeren Sekundärzeit und während der älteren Tertiärzeit vorzugsweiſe die Säugethierklaſſe vertrat. Wahrſcheinlich haben ſich die Beutelthiere um die Mitte der meſolithiſchen Zeit (während der Juraperiode?) aus einem Zweige der Kloakenthiere entwickelt, und im Beginn der Tertiärzeit ging wiederum aus den Beutelthieren die Gruppe der

Placentalthiere hervor, welcher die ersteren dann bald im Kampfe um's Dasein unterlagen. Alle fossilen Reste von Säugethieren, welche wir aus der Sekundärzeit kennen, gehören entweder ausschließlich Beutelthieren oder (zum Theil vielleicht?) Kloakenthieren an. Damals scheinen Beutelthiere über die ganze Erde verbreitet gewesen zu sein. Selbst in Europa (England, Frankreich) finden wir wohl erhaltene Reste derselben. Dagegen sind die letzten Ausläufer der Unterklasse, welche jetzt noch leben, auf ein sehr enges Verbreitungsgebiet beschränkt, nämlich auf Neuholland, auf den australischen und einen kleinen Theil des asiatischen Archipelagus. Einige wenige Formen leben auch noch in Amerika; hingegen lebt in der Gegenwart kein einziges Beutelthier mehr auf dem Festlande von Asien, Afrika und Europa.

Die Beutelthiere führen ihren Namen von der bei den meisten wohl entwickelten beutelförmigen Tasche (Marsupium), welche sich an der Bauchseite der weiblichen Thiere vorfindet, und in welcher die Mutter ihre Jungen noch eine geraume Zeit lang nach der Geburt umherträgt. Dieser Beutel wird durch zwei charakteristische Beutelknochen gestützt, welche auch den Schnabelthieren zukommen, den Placentalthieren dagegen fehlen. Das junge Beutelthier wird in viel unvollkommnerer Gestalt geboren, als das junge Placentalthier, und erreicht erst, nachdem es einige Zeit im Beutel sich entwickelt hat, denjenigen Grad der Ausbildung, welchen das letztere schon gleich bei seiner Geburt besitzt. Bei dem Riesenkänguruh, welches Mannshöhe erreicht, ist das neugeborene Junge, welches nicht viel über fünf Wochen von der Mutter im Fruchtbehälter getragen wurde, nicht mehr als zolllang, und erreicht seine wesentliche Ausbildung erst nachher in dem Beutel der Mutter, wo es gegen neun Monate, an der Zitze der Milchdrüse festgesaugt, hängen bleibt.

Die verschiedenen Abtheilungen, welche man gewöhnlich als sogenannte Familien in der Unterklasse der Beutelthiere unterscheidet, verdienen eigentlich den Rang von selbstständigen Ordnungen, da sie sich in der mannichfaltigen Differenzirung des Gebisses und der Gliedmaßen in ähnlicher Weise, wenn auch nicht so scharf, von einander

unterſcheiden, wie die verſchiedenen Ordnungen der Placentalthiere. Zum Theil entſprechen ſie den letzteren vollkommen. Offenbar hat die Anpaſſung an ähnliche Lebensverhältniſſe in den beiden Unterklaſſen der Marſupialien und Placentalien ganz entſprechende oder analoge Umbildungen der urſprünglichen Grundform bewirkt. Man kann in dieſer Hinſicht ungefähr acht Ordnungen von Beutelthieren unterſcheiden, von denen die eine Hälfte die Hauptgruppe oder Legion der pflanzenfreſſenden, die andere Hälfte die Legion der fleiſchfreſſenden Marſupialien bildet. Von beiden Legionen finden ſich (falls man nicht auch den vorher erwähnten Mikroleſtes und das Dromatherium der Trias hierher ziehen will) die älteſten foſſilen Reſte im Jura vor, und zwar in den Schiefern von Stonesfield, bei Oxford in England. Dieſe Schiefer gehören der Bathformation oder dem unteren Oolith an, derjenigen Schichtengruppe, welche unmittelbar über dem Lias, der älteſten Jurabildung, liegt (vergl. S. 345). Allerdings beſtehen die Beutelthierreſte, welche in den Schiefern von Stonesfield gefunden wurden, und ebenſo diejenigen, welche man ſpäter in den Purbeckſchichten fand, nur aus Unterkiefern (vergl. S. 358). Allein glücklicherweiſe gehört gerade der Unterkiefer zu den am meiſten charakteriſtiſchen Skelettheilen der Beutelthiere. Er zeichnet ſich nämlich durch einen hakenförmigen Fortſatz des nach unten und hinten gekehrten Unterkieferwinkels aus, welcher weder den Placentalthieren, noch den (heute lebenden) Schnabelthieren zukömmt, und wir können aus der Anweſenheit dieſes Fortſatzes an den Unterkiefern von Stonesfield ſchließen, daß ſie Beutelthieren angehört haben.

Von den pflanzenfreſſenden Beutelthieren (Botanophaga) kennt man bis jetzt aus dem Jura nur zwei Verſteinerungen, nämlich den Stereognathus oolithicus aus den Schiefern von Stonesfield (unterer Oolith) und den Plagiaulax Becklesii aus den mittleren Purbeckſchichten (oberer Oolith). Dagegen finden ſich in Neuholland rieſige verſteinerte Reſte von ausgeſtorbenen pflanzenfreſſenden Beutelthieren der Diluvialzeit (Diprotodon und Nototherium), welche weit größer als die größten, jetzt noch lebenden Marſupialien waren.

# Syſtematiſche Ueberſicht
## der Legionen, Ordnungen und Unterordnungen der Säugethiere.

### I. Erſte Unterklaſſe der Säugethiere:
**Gabler oder Kloakenthiere (Monotrema oder Ornithodelphia).**
Säugethiere mit Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

| | | | |
|---|---|---|---|
| I. Stammſäuger **Promammalia** | Unbekannte ausgeſtorbene Säugethiere der Triaszeit | | (Microlestes?) (Dromatherium?) |
| II. Schnabelthiere **Ornithostoma** | 1. Waſſer-Schnabelthiere | 1. Ornithorhynchida | 1. Ornithorhynchus paradoxus |
| | 2. Land-Schnabelthiere | 2. Echidnida | 2. Echidna hystrix |

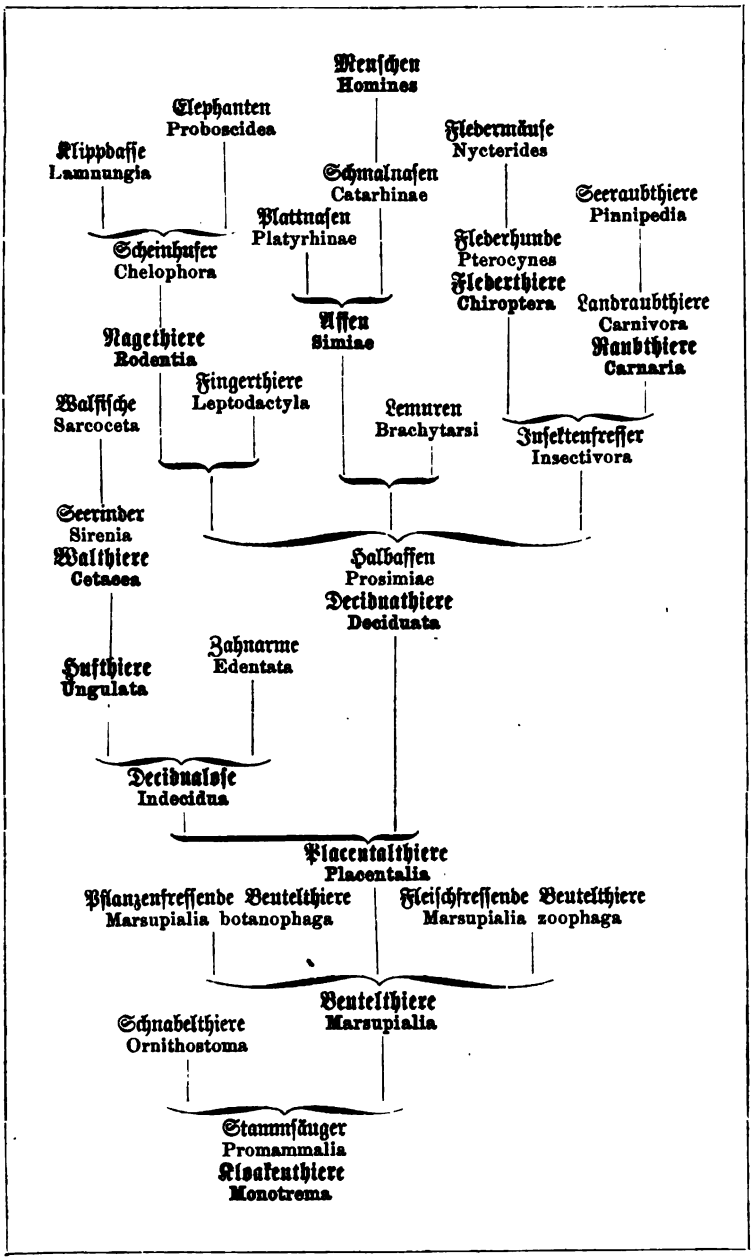
### II. Zweite Unterklaſſe der Säugethiere:
**Beutler oder Beutelthiere (Marsupialia oder Didelphia).**
Säugethiere ohne Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

| Legionen der Beutelthiere | Ordnungen der Beutelthiere | Syſtematiſcher Name der Ordnungen | Familien der Beutelthiere |
|---|---|---|---|
| III. Pflanzenfreſſende Beutelthiere **Botanophaga** | 1. Huf-Beutelthiere (Hufbeutler) | 1. Barypoda | 1. Stereognathida<br>2. Nototherida<br>3. Diprotodontia |
| | 2. Känguruh-Beutelthiere (Springbeutler) | 2. Macropoda | 4. Plagiaulacida<br>5. Halmaturida<br>6. Dendrolagida |
| | 3. Wurzelfreſſende Beutelthiere (Nagebeutler) | 3. Rhizophaga | 7. Phascolomyida |
| | 4. Früchtefreſſende Beutelthiere (Kletterbeutler) | 4. Carpophaga | 8. Phascolarctida<br>9. Phalangistida<br>10. Petaurida. |
| IV. Fleiſchfreſſende Beutelthiere **Zoophaga** | 5. Inſekten-freſſende Beutelthiere (Urbeutler) | 5. Cantharophaga | 11. Thylacotherida<br>12. Spalacotherida<br>13. Myrmecobida<br>14. Peramelida |
| | 6. Zahnarme Beutelthiere (Rüſſelbeutler) | 6. Edentula | 15. Tarsipedina |
| | 7. Raub-Beutelthiere (Raubbeutler) | 7. Creophaga | 16. Dasyurida<br>17. Thylacinida<br>18. Thylacoleonida |
| | 8. Affenfüßige Beutelthiere (Handbeutler) | 8. Pedimana | 19. Chironectida<br>20. Didelphyida |

# Systematische Uebersicht der Placentalthiere.

III. Dritte Unterklasse der Säugethiere:
Placentner oder Placentalthiere: Placentalia oder Monodelphia.
Säugethiere mit Kloake, mit Placenta, ohne Beutelknochen.

| Legionen der Placentalthiere | Ordnungen der Placentalthiere | Unterordnungen der Placentalthiere | Systematischer Name der Unterordnungen |
|---|---|---|---|
| **III, 1. Indecidua. Placentalthiere ohne Decidua.** | | | |
| V. Hufthiere Ungulata | I Unpaarhufer *Perissodactyla* | 1. Tapirartige | 1. Tapiromorpha |
| | | 2. Pferdeartige | 2. Solidungula |
| | II. Paarhufer *Artiodactyla* | 3. Schweineartige | 3. Choeromorpha |
| | | 4. Wiederkäuer | 4. Ruminantia |
| VI. Walthiere Cetacea | III. Pflanzenwale *Phycoceta* | 5. Seerinder | 5. Sirenia |
| | IV. Fleischwale *Sarcoceta* | 6. Walfische | 6. Autoceta |
| | | 7. Zeuglodonten | 7. Zeugloceta |
| VII. Zahnarme Edentata | V. Scharrthiere *Effodientia* | 8. Ameisenfresser | 8. Vermilinguia |
| | | 9. Gürtelthiere | 9. Cingulata |
| | VI. Faulthiere *Bradypoda* | 10. Riesenfaulthiere | 10. Gravigrada |
| | | 11. Zwergfaulthiere | 11. Tardigrada |
| **III, 2. Deciduata. Placentalthiere mit Decidua.** | | | |
| VIII. Gürtelplacentner Zonoplacentalia | VII. Raubthiere *Carnaria* | 12. Landraubthiere | 12. Carnivora |
| | | 13. Seeraubthiere | 13. Pinnipedia |
| | VIII. Scheinhufthiere *Chelophora* | 14. Klippdasse | 14. Lamnunguia |
| | | 15. Toxodonten | 15 Toxodontia |
| | | 16. Dinotherien | 16. Gonyognatha |
| | | 17. Elephanten | 17. Proboscidea |
| IX. Scheibenplacentner Discoplacentalia | IX. Halbaffen *Prosimiae* | 18. Fingerthiere | 18. Leptodactyla |
| | | 19. Pelzflatterer | 19. Ptenopleura |
| | | 20. Langfüßer | 20. Macrotarsi |
| | | 21. Kurzfüßer | 21. Brachytarsi |
| | X. Nagethiere *Rodentia* | 22. Eichhornartige | 22. Sciuromorpha |
| | | 23. Mäuseartige | 23. Myomorpha |
| | | 24. Stachelschweinartige | 24. Hystrichomorpha |
| | | 25. Hasenartige | 25. Lagomorpha |
| | XI. Insektenfresser *Insectivora* | 26. Blinddarmträger | 26. Menotyphla |
| | | 27. Blinddarmlose | 27. Lipotyphla |
| | XII. Flederthiere *Chiroptera* | 28. Flederhunde | 28. Pterocynes |
| | | 29. Fledermäuse | 29 Nycterides |
| | XIII. Affen *Simiae* | 30. Krallenaffen | 30. Arctopitheci |
| | | 31. Plattnasen | 31. Platyrrhinae |
| | | 32. Schmalnasen | 32. Catarrhinae |


Menschen
Homines
Elephanten
Proboscidea
Klippdasse
Lamnungia
Fledermäuse
Nycterides
Schmalnasen
Catarhinae
Seeraubthiere
Pinnipedia
Plattnasen
Platyrhinae
Scheinhufer
Chelophora
Flederhunde
Pterocynes
Flederthiere
Chiroptera
Landraubthiere
Carnivora
Raubthiere
Carnaria
Affen
Simiae
Nagethiere
Rodentia
Fingerthiere
Leptodactyla
Walfische
Sarcoceta
Lemuren
Brachytarsi
Insektenfresser
Insectivora
Seerinder
Sirenia
Walthiere
Cetacea
Halbaffen
Prosimiae
Decidnathiere
Deciduata
Zahnarme
Edentata
Hufthiere
Ungulata
Decidnalose
Indecidua
Placentalthiere
Placentalia
Pflanzenfressende Beutelthiere
Marsupialia botanophaga
Fleischfressende Beutelthiere
Marsupialia zoophaga
Beutelthiere
Marsupialia
Schnabelthiere
Ornithostoma
Stammsäuger
Promammalia
Kloakenthiere
Monotrema

Diprotodon australis, deſſen Schädel allein drei Fuß lang iſt, übertraf das Flußpferd oder den Hippopotamus, dem es im Ganzen an ſchwerfälligem und plumpem Körperbau glich, noch an Größe. Man kann dieſe ausgeſtorbene Gruppe, welche wahrſcheinlich den rieſigen placentalen Hufthieren der Gegenwart, den Flußpferden und Rhinoceros, entſpricht, wohl als Hufbeutler (Barypoda) bezeichnen. Dieſen ſehr nahe ſteht die Ordnung der Känguruhs oder Springbeutler (Macropoda). Sie entſprechen durch die ſehr verkürzten Vorderbeine, die ſehr verlängerten Hinterbeine und den ſehr ſtarken Schwanz, der als Springſtange dient, den Springmäuſen unter den Nagethieren. Durch ihr Gebiß erinnern ſie dagegen an die Pferde, und durch ihre zuſammengeſetzte Magenbildung an die Wiederkäuer. Eine dritte Ordnung von pflanzenfreſſenden Beutelthieren entſpricht durch ihr Gebiß den Nagethieren und durch ihre unterirdiſche Lebensweiſe noch beſonders den Wühlmäuſen. Wir können dieſelben daher als Nagebeutler oder wurzelfreſſende Beutelthiere (Rhizophaga) bezeichnen. Sie ſind gegenwärtig nur noch durch das auſtraliſche Wombat (Phascolomys) vertreten. Eine vierte und letzte Ordnung von pflanzenfreſſenden Beutelthieren endlich bilden die Kletterbeutler oder früchtefreſſenden Beutelthiere (Carpophaga), welche in ihrer Lebensweiſe und Geſtalt theils den Eichhörnchen, theils den Affen entſprechen (Phalangista, Phascolarctus).

Die zweite Legion der Marſupialien, die fleiſchfreſſenden Beutelthiere (Zoophaga), zerfallen ebenfalls in vier Hauptgruppen oder Ordnungen. Die älteſte von dieſen iſt die der Urbeutler oder inſektenfreſſenden Beutelthiere (Cantharophaga). Zu dieſer gehören wahrſcheinlich die Stammformen der ganzen Legion, und vielleicht auch der ganzen Unterklaſſe. Wenigſtens gehören alle ſtonesfielder Unterkiefer (mit Ausnahme des erwähnten Stereognathus) inſektenfreſſenden Beutelthieren an, welche in dem jetzt noch lebenden Myrmecobius ihren nächſten Verwandten beſitzen. Doch war bei einem Theile jener oolithiſchen Urbeutler die Zahl der Zähne größer, als bei allen übrigen bekannten Säugethieren, indem jede Unterkiefer

hälfte von Thylacotherium 16 Zähne enthielt (3 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 6 falſche und 6 wahre Backzähne). Wenn in dem unbekannten Oberkiefer eben ſo viel Zähne ſaßen, ſo hatte Thylacotherium nicht weniger als 64 Zähne, gerade doppelt ſo viel als der Menſch. Die Urbeutler entſprechen im Ganzen den Inſektenfreſſern unter den Placentalthieren, zu denen Igel, Maulwurf und Spitzmaus gehören. Eine zweite Ordnung, die ſich wahrſcheinlich aus einem Zweige der erſteren entwickelt hat, ſind die Rüſſelbeutler oder zahnarmen Beutelthiere (Edentula), welche durch die rüſſelförmig verlängerte Schnauze, das verkümmerte Gebiß und die demſelben entſprechende Lebensweiſe an die Zahnarmen oder Edentaten unter den Placentalien, insbeſondere an die Ameiſenfreſſer, erinnern. Andrerſeits entſprechen die Raubbeutler oder Raubbeutelthiere (Creophaga) durch Lebensweiſe und Bildung des Gebiſſes den eigentlichen Raubthieren oder Carnivoren unter den Placentalthieren. Es gehören dahin der Beutelmarder (Dasyurus) und der Beutelwolf (Thylacinus) von Neuholland. Obwohl letzterer die Größe des Wolfes erreicht, iſt er doch ein Zwerg gegen die ausgeſtorbenen Beutellöwen Auſtraliens (Thylacoleo), welche mindeſtens von der Größe des Löwen waren und Reißzähne von mehr als zwei Zoll Länge beſaßen. Die achte und letzte Ordnung endlich bilden die Handbeutler oder die affenfüßigen Beutelthiere (Pedimana), welche ſowohl in Auſtralien als in Amerika leben. Sie finden ſich häufig in zoologiſchen Gärten, namentlich verſchiedene Arten der Gattung Didelphys, unter dem Namen der Beutelratten, Buſchratten oder Opoſſum bekannt. An ihren Hinterfüßen kann der Daumen unmittelbar den vier übrigen Zehen entgegengeſetzt werden, wie bei einer Hand, und ſie ſchließen ſich dadurch unmittelbar an die Halbaffen oder Proſimien unter den Placentalthieren an. Es wäre möglich, daß dieſe letzteren wirklich den Handbeutlern nächſtverwandt ſind und aus längſt ausgeſtorbenen Vorfahren derſelben ſich entwickelt haben.

Die Genealogie der Beutelthiere iſt ſehr ſchwierig zu errathen, vorzüglich deshalb, weil wir die ganze Unterklaſſe nur höchſt unvoll-

ſtändig kennen, und die jetzt lebenden Marſupialien offenbar nur die letzten Reſte des früheren Formenreichthums darſtellen. Vielleicht haben ſich die Handbeutler, Raubbeutler und Rüſſelbeutler als drei divergente Aeſte aus der gemeinſamen Stammgruppe der Urbeutler entwickelt. In ähnlicher Weiſe ſind vielleicht andrerſeits die Nagebeutler, Springbeutler und Hufbeutler als drei auseinandergehende Zweige aus der gemeinſamen pflanzenfreſſenden Stammgruppe, den Kletterbeutlern hervorgegangen. Kletterbeutler aber und Urbeutler könnten zwei divergente Aeſte der gemeinſamen Stammformen aller Beutelthiere ſein, der Stammbeutler (Prodidelphia), welche während der älteren Sekundärzeit aus den Kloakenthieren entſtanden.

Die dritte und letzte Unterklaſſe der Säugethiere bilden die Placentalthiere oder Placentner (Monodelphia oder Placentalia). Sie iſt bei weitem die wichtigſte, umfangreichſte und vollkommenſte von den drei Unterklaſſen. Denn zu ihr gehören alle bekannten Säugethiere nach Ausſchluß der Beutelthiere und Schnabelthiere. Auch der Menſch gehört dieſer Unterklaſſe an und hat ſich aus niederen Stufen derſelben entwickelt.

Die Placentalthiere unterſcheiden ſich, wie ihr Name ſagt, von den übrigen Säugethieren vor Allem durch den Beſitz eines ſogenannten Mutterkuchens oder Aderkuchens (Placenta). Das iſt ein ſehr eigenthümliches und merkwürdiges Organ, welches bei der Ernährung des im Mutterleibe ſich entwickelnden Jungen eine höchſt wichtige Rolle ſpielt. Die Placenta oder der Mutterkuchen (auch Nachgeburt genannt) iſt ein weicher, ſchwammiger, rother Körper von ſehr verſchiedener Form und Größe, welcher zum größten Theile aus einem unentwirrbaren Geflecht von Adern oder Blutgefäßen beſteht. Seine Bedeutung beruht auf dem Stoffaustauſch des ernährenden Blutes zwiſchen dem mütterlichen Furchtbehälter oder Uterus und dem Leibe des Keimes oder Embryon (ſ. oben S. 266). Weder bei den Beutelthieren, noch bei den Schnabelthieren iſt dieſes höchſt wichtige Organ entwickelt. Von dieſen beiden Unterklaſſen unterſcheiden ſich aber auch außerdem die Placentalthiere noch durch manche andere

Eigenthümlichkeiten, ſo namentlich durch den Mangel der Beutelknochen, durch die höhere Ausbildung der inneren Geſchlechtsorgane und durch die vollkommnere Entwickelung des Gehirns, namentlich des ſogenannten Schwielenkörpers oder Balkens (corpus callosum), welcher als mittlere Commiſſur oder Querbrücke die beiden Halbkugeln des großen Gehirns mit einander verbindet. Auch fehlt den Placentalien der eigenthümliche Hakenfortſatz des Unterkiefers, welcher die Beutelthiere auszeichnet. Wie in dieſen anatomiſchen Beziehungen die Beutelthiere zwiſchen den Gabelthieren und Placentalthieren in der Mitte ſtehen, wird Ihnen am beſten durch nachfolgende Zuſammenſtellung der wichtigſten Charaktere der drei Unterklaſſen klar werden.

| Drei Unterklaſſen der Säugethiere | Kloakenthiere Monotrema oder Ornithodelphia | Beutelthiere Marsupialia oder Didelphia | Placentalthiere Placentalia oder Monodelphia |
|---|---|---|---|
| 1. Kloakenbildung | bleibend | embryonal | embryonal |
| 2. Zitzen der Bruſtdrüſe oder Milchwarzen | fehlend | vorhanden | vorhanden |
| 3. Vordere Schlüſſelbeine oder Clavicolae in der Mitte mit dem Bruſtbein zu einem Gabelbein verwachſen | verwachſen | nicht verwachſen | nicht verwachſen |
| 4. Beutelknochen | vorhanden | vorhanden | fehlend |
| 5. Schwielenkörper des Gehirns | nicht entwickelt | nicht entwickelt | ſtark entwickelt |
| 6. Placenta oder Mutterkuchen | fehlend | fehlend | vorhanden |

Die Placentalthiere ſind in weit höherem Maaße mannichfaltig differenzirt und vervollkommnet, als die Beutelthiere, und man hat daher dieſelben längſt in eine Anzahl von Ordnungen gebracht, die ſich hauptſächlich durch die Bildung des Gebiſſes und der Füße unterſcheiden. Noch wichtiger aber, als dieſe, iſt die verſchiedenartige Ausbildung der Placenta und die Art ihres Zuſammenhanges mit dem mütterlichen Fruchtbehälter. Bei den niederen drei Hauptordnungen der Placentalthiere nämlich, bei den Hufthieren, Walthieren und Zahnarmen, entwickelt ſich zwiſchen dem mütterlichen und kindlichen

Theil der Placenta nicht jene eigenthümliche ſchwammige Haut, welche man als hinfällige Haut oder Decidua bezeichnet. Dieſe findet ſich ausſchließlich bei den ſieben höher ſtehenden Ordnungen der Placentalthiere, und wir können dieſe letzteren daher nach Huxley in der Hauptgruppe der Deciduathiere (Deciduata) vereinigen. Dieſen ſtehen die drei erſtgenannten Legionen als Decidualoſe (Indecidua) gegenüber.

Die Placenta unterſcheidet ſich bei den verſchiedenen Ordnungen der Placentalthiere aber nicht allein durch die wichtigen inneren Structurverſchiedenheiten, welche mit dem Mangel oder der Abweſenheit einer Decidua verbunden ſind, ſondern auch durch die äußere Form des Mutterkuchens ſelbſt. Bei den Indeciduen beſteht derſelbe meiſtens aus zahlreichen einzelnen, zerſtreuten Gefäßknöpfen oder Zotten, und man kann daher dieſe Gruppe auch als Zottenplacentner (Villiplacentalia) bezeichnen. Bei den Deciduaten dagegen ſind die einzelnen Gefäßzotten zu einem zuſammenhängenden Kuchen vereinigt, und dieſer erſcheint in zweierlei verſchiedener Geſtalt. In den einen nämlich umgiebt er den Embryo in Form eines geſchloſſenen Gürtels oder Ringes, ſo daß nur die beiden Pole der länglichrunden Eiblaſe von Zotten frei bleiben. Das iſt der Fall bei den Raubthieren (Carnaria) und den Scheinhufern (Chelophora), die man deshalb als Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) zuſammenfaſſen kann. In den anderen Deciduathieren dagegen, zu welchen auch der Menſch gehört, bildet die Placenta eine einfache runde Scheibe, und wir nennen ſie daher Scheibenplacentner (Discoplacentalia). Das ſind die fünf Ordnungen der Halbaffen, Nagethiere, Inſektenfreſſer, Fledermäuſe und Affen, von welchen letzteren auch der Menſch im zoologiſchen Syſteme nicht zu trennen iſt.

Daß die Placentalthiere erſt aus den Beutelthieren ſich entwickelt haben, darf auf Grund ihrer vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeſchichte als ganz ſicher angeſehen werden, und wahrſcheinlich fand dieſe höchſt wichtige Entwickelung, die erſte Entſtehung der Placenta, erſt im Beginn der Tertiärzeit, während der Eocen-Periode,

ſtatt. Dagegen gehört zu den ſchwierigſten Fragen der thieriſchen Genealogie die wichtige Unterſuchung, ob alle Placentalthiere aus einem oder aus mehreren getrennten Zweigen der Beutlergruppe entſtanden ſind, mit anderen Worten, ob die Entſtehung der Placenta einmal oder mehrmal ſtatt hatte. Als ich in meiner generellen Morphologie zum erſten Male den Stammbaum der Säugethiere zu begründen verſuchte, zog ich auch hier, wie meiſtens, die monophyletiſche oder einwurzelige Deſcendenzhypotheſe der polyphyletiſchen oder vielwurzeligen vor. Ich nahm an, daß alle Placentner von einer einzigen Beutelthierform abſtammten, die zum erſten Male eine Placenta zu bilden begann. Dann wären die Villiplacentalien, Zonoplacentalien und Discoplacentalien vielleicht als drei divergente Aeſte jener gemeinſamen placentalen Stammform aufzufaſſen, oder man könnte auch denken, daß die beiden letzteren, die Deciduaten, ſich erſt ſpäter aus den Indeciduen entwickelt hätten, die ihrerſeits unmittelbar aus den Beutlern entſtanden ſeien. Jedoch giebt es andrerſeits auch gewichtige Gründe für die andere Alternative, daß nämlich mehrere von Anfang verſchiedene Placentnergruppen aus mehreren verſchiedenen Beutlergruppen entſtanden ſeien, daß alſo die Placenta ſelbſt ſich mehrmals unabhängig von einander gebildet habe. Dies iſt unter anderen die Anſicht des ausgezeichnetſten engliſchen Zoologen, Huxley's. In dieſem Falle wären zunächſt als zwei ganz getrennte Gruppen die Indeciduen und Deciduaten aufzufaſſen. Von den Indeciduen wäre möglicherweiſe die Ordnung der Hufthiere, als die Stammgruppe, aus den pflanzenfreſſenden Hufbeutlern oder Barypoden entſtanden. Unter den Deciduaten dagegen würde vielleicht die Ordnung der Halbaffen, als gemeinſame Stammgruppe der übrigen Ordnungen, aus den Handbeutlern oder Pedimanen entſtanden ſein. Es wäre aber auch denkbar, daß die Deciduaten ſelbſt wieder aus mehreren verſchiedenen Beutler-Ordnungen entſtanden ſeien, die Raubthiere z. B. aus den Raubbeutlern, die Nagethiere aus den Nagebeutlern, die Halbaffen aus den Handbeutlern u. ſ. w. Da wir zur Zeit noch kein genügendes Erfahrungsmaterial beſitzen, um dieſe äußerſt ſchwierige

Frage zu lösen, so lassen wir dieselbe auf sich beruhen, und wenden uns zur Geschichte der verschiedenen Placentner-Ordnungen, deren Stammbaum sich im Einzelnen oft in großer Vollständigkeit feststellen läßt.

Die wichtigste und umfangreichste Gruppe unter den Decidualosen oder Zottenplacentnern bildet die Ordnung der Hufthiere (Ungulata), aus welcher sich die Ordnung der Walthiere wahrscheinlich erst später durch Anpassung an sehr verschiedene Lebensweise entwickelt hat. Ganz dunkel ist gegenwärtig noch der Ursprung der Zahnarmen oder Edentaten.

Die Hufthiere gehören in vieler Beziehung zu den wichtigsten und interessantesten Säugethieren. Sie zeigen deutlich, wie uns das wahre Verständniß der natürlichen Verwandtschaft der Thiere niemals allein aus dem Studium der noch lebenden Formen, sondern stets nur durch gleichmäßige Berücksichtigung ihrer ausgestorbenen und versteinerten Blutsverwandten und Vorfahren erschlossen werden kann. Wenn man in herkömmlicher Weise allein die lebenden Hufthiere berücksichtigt, so erscheint es ganz naturgemäß, dieselben in drei gänzlich verschiedene Ordnungen einzutheilen, nämlich 1. die Pferde oder Einhufer (Solidungula oder Equina); 2. die Wiederkäuer oder Zweihufer (Bisulca oder Ruminantia); und 3. die Dickhäuter oder Vielhufer (Multungula oder Pachyderma). Sobald man aber die ausgestorbenen Hufthiere der Tertiärzeit mit in Betracht zieht, von denen wir sehr zahlreiche und wichtige Reste besitzen, so zeigt sich bald, daß jene Eintheilung, namentlich aber die Begrenzung der Dickhäuter, eine ganz künstliche ist, und daß diese drei Gruppen nur abgeschnittene Aeste des Hufthierstammbaums sind, welche durch ausgestorbene Zwischenformen auf das engste zusammenhängen. Die eine Hälfte der Dickhäuter, Nashorn, Tapir und Paläotherien zeigen sich auf das nächste mit den Pferden verwandt, und besitzen gleich diesen unpaarzehige Füße. Die andere Hälfte der Dickhäuter dagegen, Schweine, Flußpferde und Anoplotherien, sind durch ihre paarzehigen Füße viel enger mit den Wiederkäuern, als mit jenen ersteren ver-

bunden. Wir müſſen daher zunächſt als zwei natürliche Hauptgruppen unter den Hufthieren die beiden Ordnungen der Paarhufer und der Unpaarhufer unterſcheiden, welche ſich als zwei divergente Aeſte aus der alttertiären Stammgruppe der Stammhufer oder Prochelen entwickelt haben.

Die Ordnung der Unpaarhufer (Perissodactyla) umfaßt diejenigen Ungulaten, bei denen die mittlere (oder dritte) Zehe des Fußes viel ſtärker als die übrigen entwickelt iſt, ſo daß ſie die eigentliche Mitte des Hufes bildet. Es gehört hierher zunächſt die uralte gemeinſame Stammgruppe aller Hufthiere, die Stammhufer (Prochela), welche ſchon in den älteſten eocenen Schichten verſteinert vorkommen (Lophiodon, Coryphoden, Pliolophus). An dieſe ſchließt ſich unmittelbar derjenige Zweig derſelben an, welcher die eigentliche Stammform der Unpaarhufer iſt, die Paläotherien, welche foſſil im oberen Eocen und unteren Miocen vorkommen. Aus den Paläotherien haben ſich ſpäter als zwei divergente Zweige einerſeits die Nashörner (Nasicornia) und Nashornpferde (Elasmotherida), andrerſeits die Tapire, Lamatapire und Urpferde entwickelt. Die längſt ausgeſtorbenen Urpferde oder Anchitherien vermittelten den Uebergang von den Paläotherien und Tapiren zu den Mittelpferden oder Hipparionen, die den noch lebenden echten Pferden ſchon ganz nahe ſtehen.

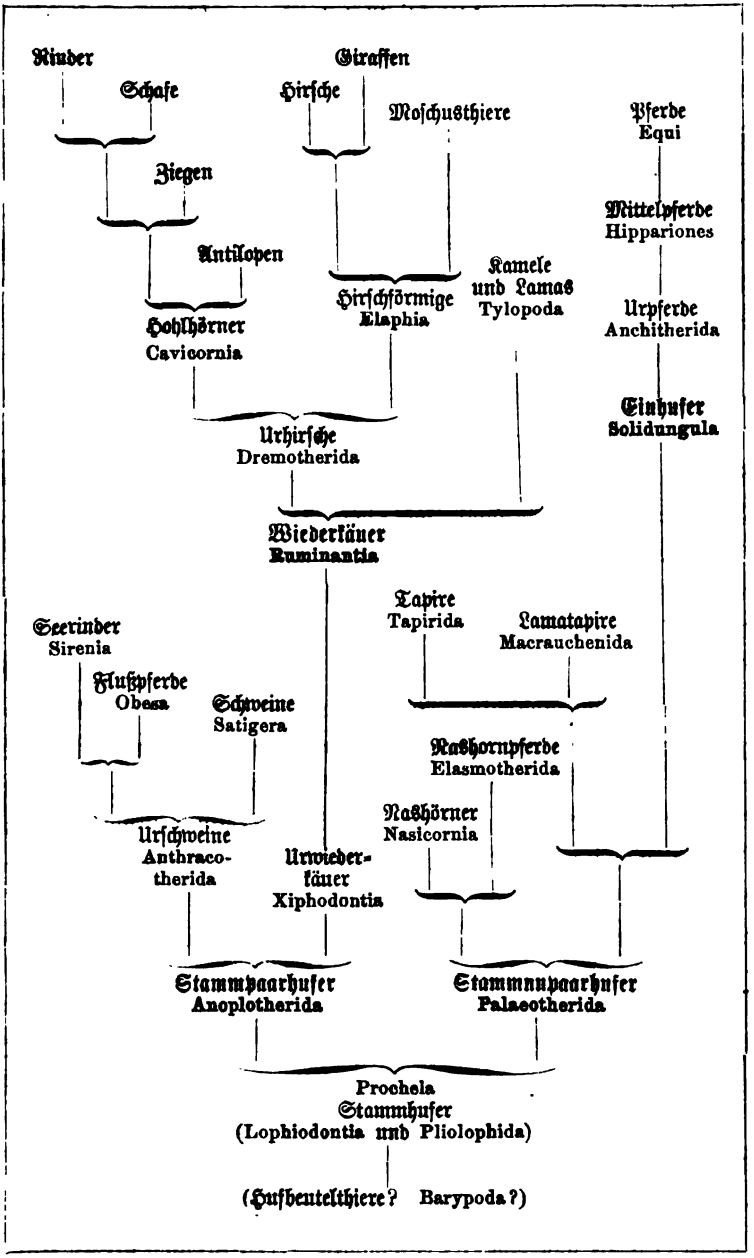
Die zweite Hauptgruppe der Hufthiere, die Ordnung der Paarhufer (Artiodactyla) enthält diejenigen Hufthiere, bei denen die mittlere (dritte) und die vierte Zehe des Fußes nahezu gleich ſtark entwickelt ſind, ſo daß die Theilungsebene zwiſchen Beiden die Mitte des ganzen Fußes bildet. Sie zerfällt in die beiden Unterordnungen der Schweineförmigen und der Wiederkäuer. Zu den Schweineförmigen (Choeromorpha) gehört zunächſt der andere Zweig der Stammhufer, die Anoplotherien, welche wir als die gemeinſame Stammform aller Paarhufer oder Artiodactylen betrachten (Dichobune etc.). Aus den Anoplotheriden entſprangen als zwei divergente Zweige einerſeits die Urſchweine oder Anthrakotherien, welche zu den Schweinen

# Syſtematiſche Ueberſicht

## der Sectionen und Familien der Hufthiere oder Ungulaten.

(N.B. Die ausgeſtorbenen Familien ſind durch ein † bezeichnet.)

| Ordnungen der Hufthiere | Sektionen der Hufthiere | Familien der Hufthiere | Syſtematiſcher Name der Familien |
|---|---|---|---|
| I. Unpaarzehige Hufthiere **Ungulata perissodactyla** | I. Stammhufer † *Prochela* | 1. Lophiodonten | 1. Lophiodontia † |
| | | 2. Pliolophiden | 2. Pliolophida † |
| | II. Tapirförmige *Tapiromorpha* | 3. Stammunpaarhufer | 3. Palaeotherida † |
| | | 4. Lamatapire | 4. Macrauchenida † |
| | | 5. Tapire | 5. Tapirida |
| | | 6. Nashörner | 6. Nasicornia |
| | | 7. Nashornpferde | 7. Elasmotherida † |
| | III. Einhufer *Solidungula* | 8. Urpferde | 8. Anchitherida † |
| | | 9. Pferde | 9. Equina |
| II. Paarzehige Hufthiere **Ungulata artiodactyla** | IV. Schweineförmige *Choeromorpha* | 10. Stammpaarhufer | 10. Anoplotherida † |
| | | 11. Urſchweine | 11. Anthracotherida † |
| | | 12. Schweine | 12. Setigera |
| | | 13. Flußpferde | 13. Obesa |
| | | 14. Urwiederkäuer | 14. Xiphodontia † |
| | V. Wiederkäuer *Ruminantia* — A. Hirſchförmige *Elaphia* — a. | 15. Urhirſche | 15. Dremotherida † |
| | | 16. Scheinmoſchusthiere | 16. Tragulida |
| | — b. | 17. Moſchusthiere | 17. Moschida |
| | | 18. Hirſche | 18. Cervina |
| | — c. | 19. Urgiraffen | 19. Sivatherida † |
| | | 20. Giraffen | 20. Devexa |
| | B. Hohlhörner *Cavicornia* — d. | 21. Urgazellen | 21. Antilocaprina † |
| | | 22. Gazellen | 22. Antilopina |
| | — e. | 23. Ziegen | 23. Caprina |
| | | 24. Schafe | 24. Ovina |
| | | 25. Rinder | 25. Bovina |
| | C. Schwielenfüßer *Tylopoda* | 26. Lamas | 26. Auchenida |
| | | 27. Kamele | 27. Camelida |


Rinder
Schafe
Giraffen
Hirsche
Moschusthiere
Pferde
Equi
Ziegen
Mittelpferde
Hippariones
Antilopen
Kamele
und Lamas
Tylopoda
Hirschförmige
Elaphia
Urpferde
Anchitherida
Hohlhörner
Cavicornia
Einhufer
Solidungula
Urhirsche
Dremotherida
Wiederkäuer
Ruminantia
Tapire
Tapirida
Lamatapire
Macrauchenida
Seerinder
Sirenia
Flußpferde
Obesa
Schweine
Satigera
Nashornpferde
Elasmotherida
Urschweine
Anthraco-
therida
Urwieder-
käuer
Xiphodontia
Nashörner
Nasicornia
Stammpaarhufer
Anoplotherida
Stammunpaarhufer
Palaeotherida
Prochela
Stammhufer
(Lophiodontia und Pliolophida)
(Hufbeutelthiere? Barypoda?)

und Flußpferden, andrerſeits die Xiphodonten, welche zu den Wiederkäuern hinüberführten. Die älteſten Wiederkäuer (Ruminantia) ſind die Urhirſche oder Dremotherien, aus denen vielleicht als drei divergente Zweige die Hirſchförmigen (Elaphia), die Hohlhörnigen (Cavicornia) und die Kamele (Tylopoda) ſich entwickelt haben. Doch ſind die letzteren in mancher Beziehung mehr den Unpaarhufern als den echten Paarhufern verwandt. Wie ſich die zahlreichen Familien der Hufthiere dieſer genealogiſchen Hypotheſe entſprechend gruppiren, zeigt Ihnen vorſtehende ſyſtematiſche Ueberſicht (S. 554).

Aus Hufthieren, welche ſich an das ausſchließliche Leben im Waſſer gewöhnten, und dadurch fiſchähnlich umbildeten, iſt wahrſcheinlich die merkwürdige Legion der Walthiere (Cetacea) entſprungen. Obwohl dieſe Thiere äußerlich manchen echten Fiſchen ſehr ähnlich erſcheinen, ſind ſie dennoch, wie ſchon Ariſtoteles erkannte, echte Säugethiere. Durch ihren geſammten inneren Bau, ſofern derſelbe nicht durch Anpaſſung an das Waſſerleben verändert iſt, ſtehen ſie den Hufthieren von allen übrigen bekannten Säugethieren am nächſten, und theilen namentlich mit ihnen den Mangel der Decidua und die zottenförmige Placenta. Noch heute bildet das Flußpferd (Hippopotamus) eine Art von Uebergangsform zu den Seerindern (Sirenia), und es iſt demnach das wahrſcheinlichſte, daß die ausgeſtorbenen Stammformen der Cetaceen den heutigen Seerindern am nächſten ſtanden, und ſich aus Paarhufern entwickelten, welche dem Flußpferd verwandt waren. Aus der Ordnung der pflanzenfreſſenden Walthiere (Phycoceta), zu welcher die Seerinder gehören, und welche demnach wahrſcheinlich die Stammformen der Legion enthält, ſcheint ſich ſpäterhin die andere Ordnung der fleiſchfreſſenden Walthiere (Sarcoceta) entwickelt zu haben. Doch nimmt Huxley an, daß dieſe letzteren ganz anderen Urſprungs und aus den Raubthieren (zunächſt aus den Pinnipedien) entſtanden ſeien. Als Uebergangsformen zwiſchen Beiden betrachtet derſelbe die ausgeſtorbenen rieſigen Zeuglodonten (Zeugloceta), deren foſſile Skelete vor einiger Zeit als angebliche „Seeſchlangen" (Hydrarchus) großes Auf-

ſehen erregten. Aus dieſen ſollen erſt ſpäter die eigentlichen Walfiſche (Autoceta) entſtanden ſein, zu denen außer den coloſſen Bartenwalen auch die Potwale, Delphine, Narwale, Seeſchweine u. ſ. w. gehören.

Die dritte und letzte Legion der Indeciduen oder Sparſiplacentalien bildet die ſeltſame Gruppe der Zahnarmen (Edentata). Sie iſt aus den beiden, wahrſcheinlich nicht nahe verwandten Ordnungen der Scharrthiere und der Faulthiere zuſammengeſetzt. Die Ordnung der Scharrthiere (Effodientia) beſteht aus den beiden Unterordnungen der Ameiſenfreſſer (Vermilinguia), zu denen auch die Schuppenthiere gehören, und der Gürtelthiere (Cingulata), die früher durch die rieſigen Glyptodonten vertreten waren. Die Ordnung der Faulthiere (Tardigrada) beſteht aus den beiden Unterordnungen der kleinen jetzt noch lebenden Zwergfaulthiere (Bradypoda) und der ausgeſtorbenen ſchwerfälligen Rieſenfaulthiere (Gravigrada). Die ungeheuren verſteinerten Reſte dieſer coloſſalen Pflanzenfreſſer deuten darauf hin, daß die ganze Legion im Ausſterben begriffen und die heutigen Zahnarmen nur ein dürftiger Reſt von den gewaltigen Edentaten der Diluvialzeit ſind. Die nahen Beziehungen der noch heute lebenden Edentaten Südamerikas zu den ausgeſtorbenen Rieſenformen, die ſich neben jenen in demſelben Erdtheil finden, machten auf Darwin bei ſeinem erſten Beſuche Südamerikas einen ſolchen Eindruck, daß ſie ſchon damals den Grundgedanken der Deſcendenztheorie in ihm anregten (ſ. oben S. 119). Uebrigens iſt die Genealogie gerade dieſer Legion ſehr ſchwierig. Die Faulthiere ſind nach neueren Unterſuchungen Discoplacentalien, und den Halbaffen nächſt verwandt.

Wir verlaſſen nun die erſte Hauptgruppe der Placentner, die Decidualoſen, und wenden uns zur zweiten Hauptgruppe, den Deciduathieren (Deciduata), welche ſich von jenen ſo weſentlich durch den Beſitz einer hinfälligen Haut oder Decidua während des Embryolebens unterſcheiden. Hier begegnen wir zuerſt einer ſehr merkwürdigen kleinen Thiergruppe, welche zum größten Theile ausgeſtorben iſt, und zu welcher wahrſcheinlich die alttertiären (oder

eocenen) Vorfahren des Menschen gehört haben. Das sind die Halbaffen oder Lemuren (Prosimiae). Diese sonderbaren Thiere sind wahrscheinlich wenig veränderte Nachkommen von der uralten Placentnergruppe, die wir als die gemeinsame Stammform aller Deciduathiere zu betrachten haben. Sie wurden bisher mit den Affen in einer und derselben Ordnung, die Blumenbach als Vierhänder (Quadrumana) bezeichnete, vereinigt. Indessen trenne ich sie von diesen gänzlich, nicht allein deshalb, weil sie von allen Affen viel mehr abweichen, als die verschiedensten Affen von einander, sondern auch, weil sie die interessantesten Uebergangsformen zu den übrigen Ordnungen der Deciduaten enthalten. Ich schließe daraus, daß die wenigen jetzt noch lebenden Halbaffen, welche überdies unter sich sehr verschieden sind, die letzten überlebenden Reste von einer fast ausgestorbenen, einstmals formenreichen Stammgruppe darstellen, aus welcher sich alle übrigen Deciduaten (vielleicht mit der einzigen Ausnahme der Raubthiere und der Scheinhufer) als divergente Zweige entwickelt haben. Die alte Stammgruppe der Halbaffen selbst hat sich vermuthlich aus den Handbeutlern oder affenfüßigen Beutelthieren (Pedimana) entwickelt, welche in der Umbildung ihrer Hinterfüße zu einer Greifhand ihnen auffallend gleichen. Die uralten (wahrscheinlich in der Eocen-Periode entstandenen) Stammformen selbst sind natürlich längst ausgestorben, ebenso die allermeisten Uebergangsformen zwischen denselben und den übrigen Deciduaten-Ordnungen. Aber einzelne Reste der letzteren haben sich in den noch heute lebenden Halbaffen erhalten. Unter diesen bildet das merkwürdige Fingerthier von Madagaskar (Chiromys madagascariensis) den Rest der Leptodactylen-Gruppe und den Uebergang zu den Nagethieren. Der seltsame Pelzflatterer der Südsee-Inseln und Sunda-Inseln (Galeopithecus), das einzige Ueberbleibsel der Ptenopleuren-Gruppe, ist eine vollkommene Zwischenstufe zwischen den Halbaffen und Flederthieren. Die Langfüßer (Tarsius, Otolicnus) bilden den letzten Rest desjenigen Stammzweiges (Macrotarsi), aus dem sich die Insektenfresser entwickelten. Die Kurzfüßer endlich (Bra-

chytarsi) vermitteln den Anschluß an die echten Affen. Zu den Kurzfüßern gehören die langschwänzigen Maki (Lemur), und die kurzschwänzigen Indri (Lichanotus) und Lori (Stenops), von denen namentlich die letzteren sich den vermuthlichen Vorfahren des Menschen unter den Halbaffen sehr nahe anzuschließen scheinen. Sowohl die Kurzfüßer als die Langfüßer leben weit zerstreut auf den Inseln des südlichen Asiens und Afrikas, namentlich auf Madagaskar, einige auch auf dem afrikanischen Festlande. Kein Halbaffe ist bisher lebend oder fossil in Amerika gefunden. Alle führen eine einsame, nächtliche Lebensweise und klettern auf Bäumen umher (vergl. S. 321).

Unter den sechs übrigen Deciduaten-Ordnungen, welche wahrscheinlich alle von längst ausgestorbenen Halbaffen abstammen, ist auf der niedrigsten Stufe die formenreiche Ordnung der Nagethiere (Rodentia) stehen geblieben. Unter diesen stehen die Eichhornartigen (Sciuromorpha) den Fingerthieren am nächsten. Aus dieser Stammgruppe haben sich wahrscheinlich als zwei divergente Zweige die Mäuseartigen (Myomorpha) und die Stachelschweinartigen (Hystrichomorpha) entwickelt, von denen jene durch eocene Myoxiden, diese durch eocene Psammorycticen unmittelbar mit den Eichhornartigen zusammenhängen. Die vierte Unterordnung, die Hasenartigen (Lagomorpha), haben sich wohl erst später aus einer von jenen drei Unterordnungen entwickelt.

An die Nagethiere schließt sich sehr eng die merkwürdige Ordnung der Scheinhufer (Chelophora) an. Von diesen leben heutzutage nur noch zwei, in Asien und Afrika einheimische Gattungen, nämlich die Elephanten (Elephas) und die Klippdasse (Hyrax). Beide wurden bisher gewöhnlich zu den echten Hufthieren oder Ungulaten gestellt, mit denen sie in der Hufbildung der Füße übereinstimmen. Allein eine gleiche Umbildung der ursprünglichen Nägel oder Krallen zu Hufen findet sich auch bei echten Nagethieren, und gerade unter diesen Hufnagethieren (Subungulata), welche ausschließlich Südamerika bewohnen, finden sich neben kleineren Thieren (z. B. Meerschweinchen und Goldhasen) auch die größten aller Nagethiere,

die gegen vier Fuß langen Waſſerſchweine (Hydrochoerus capybara). Die Klippdaſſe, welche auch äußerlich den Nagethieren, namentlich den Hufnagern ſehr ähnlich ſind, wurden bereits früher von einigen berühmten Zoologen als eine beſondere Unterordnung (Lamnungia) wirklich zu den Nagethieren geſtellt. Dagegen betrachtete man die Elephanten, falls man ſie nicht zu den Hufthieren rechnete, gewöhnlich als Vertreter einer beſonderen Ordnung, welche man Rüſſelthiere (Proboscidea) nannte. Nun ſtimmen aber die Elephanten und Klippdaſſe merkwürdig in der Bildung ihrer Placenta überein, und entfernen ſich dadurch jedenfalls gänzlich von den Hufthieren. Dieſe letzteren beſitzen niemals eine Decidua, während Elephant und Hyrax echte Deciduaten ſind. Allerdings iſt die Placenta derſelben nicht ſcheibenförmig, ſondern gürtelförmig, wie bei den Raubthieren. Allein es iſt leicht möglich, daß ſich die gürtelförmige Placenta erſt ſekundär aus der ſcheibenförmigen entwickelt hat. In dieſem Falle könnte man daran denken, daß die Scheinhufer aus einem Zweige der Nagethiere, und ähnlich vielleicht die Raubthiere aus einem Zweige der Inſektenfreſſer ſich entwickelt haben. Jedenfalls ſtehen die Elephanten und die Klippdaſſe auch in anderen Beziehungen, namentlich in der Bildung wichtiger Skelettheile, der Gliedmaßen u. ſ. w., den Nagethieren, und namentlich den Hufnagern, näher als den echten Hufthieren. Dazu kommt noch, daß mehrere ausgeſtorbene Formen, namentlich die merkwürdigen ſüdamerikaniſchen Pfeilzähner (Toxodontia) in mancher Beziehung zwiſchen Elephanten und Nagethieren in der Mitte ſtehen. Daß die noch jetzt lebenden Elephanten und Klippdaſſe nur die letzten Ausläufer von einer einſtmals formenreichen Gruppe von Scheinhufern ſind, wird nicht allein durch die ſehr zahlreichen verſteinerten Arten von Elephant und Maſtodon bewieſen (unter denen manche noch größer, manche aber auch viel kleiner, als die jetzt lebenden Elephanten ſind), ſondern auch durch die merkwürdigen miocenen Dinotherien (Gonyognatha), zwiſchen denen und den nächſtverwandten Elephanten noch eine lange Reihe von unbekannten ver-

bindenden Zwischenformen liegen muß. Alles zusammengenommen ist heutzutage die wahrscheinlichste von allen Hypothesen, die man sich über die Entstehung und die Verwandtschaft der Elephanten, Dinotherien, Toxodonten und Klippdasse bilden kann, daß dieselben die letzten Ueberbleibsel einer formenreichen Gruppe von Scheinhufern sind, die sich aus den Nagethieren, und zwar wahrscheinlich aus Verwandten der Subungulaten, entwickelt hatte.

Die Ordnung der Insektenfresser (Insectivora) ist eine sehr alte Gruppe, welche der gemeinsamen ausgestorbenen Stammform der Deciduaten, und also auch den heutigen Halbaffen, nächstverwandt ist. Sie hat sich wahrscheinlich aus Halbaffen entwickelt, welche den heute noch lebenden Langfüßern (Macrotarsi) nahe standen. Sie spaltet sich in zwei Ordnungen, Menotyphla und Lipotyphla. Von diesen sind die älteren wahrscheinlich die Menotyphlen, welche sich durch den Besitz eines Blinddarms oder Typhlon von den Lipotyphlen unterscheiden. Zu den Menotyphlen gehören die kletternden Tupajas der Sunda-Inseln und die springenden Makroscelides Afrikas. Die Lipotyphlen sind bei uns durch die Spitzmäuse, Maulwürfe und Igel vertreten. Durch Gebiß und Lebensweise schließen sich die Insektenfresser mehr den Raubthieren, durch die scheibenförmige Placenta und die großen Samenblasen dagegen mehr den Nagethieren an.

Wahrscheinlich aus einem längst ausgestorbenen Zweige der Insektenfresser hat sich schon im Beginn der Eocen-Zeit die Ordnung der Raubthiere (Carnaria) entwickelt. Das ist eine sehr formenreiche, aber doch sehr einheitlich organisirte und natürliche Gruppe. Die Raubthiere werden wohl auch Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) im engeren Sinne genannt, obwohl eigentlich gleicherweise die Scheinhufer oder Chelophoren diese Bezeichnung verdienen. Da aber diese letzteren im Uebrigen näher den Nagethieren als den Raubthieren verwandt sind, haben wir sie schon dort besprochen. Die Raubthiere zerfallen in zwei, äußerlich sehr verschiedene, aber innerlich nächstverwandte Unterordnungen, die Landraubthiere und die Seeraubthiere. Zu den Landraubthieren (Carnivora) gehören die Bä-

ren, Hunde, Katzen u. ſ. w., deren Stammbaum ſich mit Hülfe vieler ausgeſtorbener Zwiſchenformen annähernd errathen läßt. Zu den Seeraubthieren oder Robben (Pinnipedia) gehören die Seebären, Seehunde, Seelöwen, und als eigenthümlich angepaßte Seitenlinie die Walroſſe oder Walrobben. Obwohl die Seeraubthiere äußerlich den Landraubthieren ſehr unähnlich erſcheinen, ſind ſie denſelben dennoch durch ihren inneren Bau, ihr Gebiß und ihre eigenthümliche, gürtelförmige Placenta nächſt verwandt und offenbar aus einem Zweige derſelben, vermuthlich den Marderartigen (Mustelina) hervorgegangen. Noch heute bilden unter den letzteren die Fiſchottern (Lutra) und noch mehr die Seeottern (Enhydris) eine unmittelbare Uebergangsform zu den Robben, und zeigen uns deutlich, wie der Körper der Landraubthiere durch Anpaſſung an das Leben im Waſſer robbenähnlich umgebildet wird, und wie aus den Gangbeinen der erſteren die Ruderfloſſen der Seeraubthiere entſtanden ſind. Die letzteren verhalten ſich demnach zu den erſteren ganz ähnlich, wie unter den Indeciduen die Walthiere zu den Hufthieren. In gleicher Weiſe wie das Flußpferd noch heute zwiſchen den extremen Zweigen der Rinder und der Seerinder in der Mitte ſteht, bildet die Seeotter noch heute eine übriggebliebene Zwiſchenſtufe zwiſchen den weit entfernten Zweigen der Hunde und der Seehunde. Hier wie dort hat die gänzliche Umgeſtaltung der äußeren Körperform, welche durch Anpaſſung an ganz verſchiedene Lebensbedingungen bewirkt wurde, die tiefe Grundlage der erblichen inneren Eigenthümlichkeiten nicht zu verwiſchen vermocht.

Nach der vorher erwähnten Anſicht von Huxley würden übrigens bloß die pflanzenfreſſenden Walthiere (Sirenia) von den Hufthieren abſtammen, die fleiſchfreſſenden Cetaceen (Sarcoceta) dagegen von den Seeraubthieren; zwiſchen den beiden letzteren ſollen die Zeuglodonten einen Uebergang herſtellen. In dieſem Falle würde aber die ſehr nahe anatomiſche Verwandtſchaft zwiſchen den pflanzenfreſſenden und fleiſchfreſſenden Cetaceen ſchwer zu begreifen ſein. Die ſonderbaren Eigenthümlichkeiten, durch welche ſich beide Gruppen von den übri-

gen Säugethieren im inneren und äußeren Bau so auffallend unterscheiden, würden dann bloß als Analogien (durch gleichartige Anpassung bedingt), nicht als Homologien (von einer gemeinsamen Stammform vererbt) aufzufassen sein. Das letztere kommt mir aber wahrscheinlicher vor, und daher habe ich auch alle Cetaceen als eine stammverwandte Gruppe unter den Decidualosen stehen lassen.

Ebenso wie die Raubthiere, steht den Insektenfressern sehr nahe die merkwürdige Ordnung der fliegenden Säugethiere oder Flederthiere (Chiroptera). Sie hat sich durch Anpassung an fliegende Lebensweise in ähnlicher Weise auffallend umgebildet, wie die Seeraubthiere durch Anpassung an schwimmende Lebensweise. Wahrscheinlich hat auch diese Ordnung ihre Wurzel in den Halbaffen, mit denen sie noch heute durch die Pelzflatterer (Galeopithecus) eng verbunden ist. Von den beiden Unterordnungen der Flederthiere haben sich wahrscheinlich die insektenfressenden oder Fledermäuse (Nycterides) erst später aus den früchtefressenden oder Flederhunden (Pterocynes) entwickelt; denn die letzteren stehen in mancher Beziehung den Halbaffen noch näher als die ersteren.

Als letzte Säugethierordnung hätten wir nun endlich noch die echten Affen (Simiae) zu besprechen. Da aber im zoologischen Systeme zu dieser Ordnung auch das Menschengeschlecht gehört, und da dasselbe sich aus einem Zweige dieser Ordnung ohne allen Zweifel historisch entwickelt hat, so wollen wir die genauere Untersuchung ihres Stammbaumes und ihrer Geschichte einem besonderen Vortrage vorbehalten.

# Zweiundzwanzigster Vortrag.

## Urſprung und Stammbaum des Menſchen.

Die Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen. Unermeßliche Bedeutung und logiſche Nothwendigkeit derſelben. Stellung des Menſchen im natürlichen Syſtem der Thiere, insbeſondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menſchen in der Ordnung der Affen. Schmalnaſen (Affen der alten Welt) und Plattnaſen (amerikaniſche Affen). Unterſchiede beider Gruppen. Entſtehung des Menſchen aus Schmalnaſen. Menſchenaffen oder Anthropoiden. Afrikaniſche Menſchenaffen (Gorilla und Schimpanſe). Aſiatiſche Menſchenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verſchiedenen Menſchenaffen und der verſchiedenen Menſchenraſſen. Ueberſicht der Ahnenreihe des Menſchen. Wirbelloſe Ahnen (Prochordaten) und Wirbelthier-Ahnen.

Meine Herren! Von allen einzelnen Fragen, welche durch die Abſtammungslehre beantwortet werden, von allen beſonderen Folgerungen, die wir aus derſelben ziehen müſſen, iſt keine einzige von ſolcher Bedeutung, als die Anwendung dieſer Lehre auf den Menſchen ſelbſt. Wie ich ſchon im Beginn dieſer Vorträge (S. 6) hervorgehoben habe, müſſen wir aus dem allgemeinen Inductionsgeſetze der Deſcendenztheorie mit der unerbittlichen Nothwendigkeit ſtrengſter Logik den beſonderen Deductionsſchluß ziehen, daß der Menſch ſich aus niederen Wirbelthieren, und zunächſt aus affenartigen Säugethieren allmählich und ſchrittweiſe entwickelt hat. Daß dieſe Lehre ein unzertrennlicher Beſtandtheil der Abſtammungslehre, und ſomit auch der allgemeinen Entwickelungstheorie überhaupt iſt, das wird

ebenso von allen denkenden Anhängern, wie von allen folgerichtig schließenden Gegnern derselben anerkannt.

Wenn diese Lehre aber wahr ist, so wird die Erkenntniß vom thierischen Ursprung und Stammbaum des Menschengeschlechts nothwendig tiefer, als jeder andere Fortschritt des menschlichen Geistes, in die Beurtheilung aller menschlichen Verhältnisse und zunächst in das Getriebe aller menschlichen Wissenschaften eingreifen. Sie muß früher oder später eine vollständige Umwälzung in der ganzen Weltanschauung der Menschheit hervorbringen. Ich bin der festen Ueberzeugung, daß man in Zukunft diesen unermeßlichen Fortschritt in der Erkenntniß als Beginn einer neuen Entwickelungsperiode der Menschheit feiern wird. Er läßt sich nur vergleichen mit dem Schritte des Copernikus, der zum ersten Male klar auszusprechen wagte, daß die Sonne sich nicht um die Erde bewege, sondern die Erde um die Sonne. Ebenso wie durch das Weltsystem des Copernikus und seiner Nachfolger die geocentrische Weltanschauung des Menschen umgestoßen wurde, die falsche Ansicht, daß die Erde der Mittelpunkt der Welt sei, und daß sich die ganze übrige Welt um die Erde drehe, ebenso wird durch die, schon von Lamarck versuchte Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen die anthropocentrische Weltanschauung umgestoßen, der eitle Wahn, daß der Mensch der Mittelpunkt der irdischen Natur und das ganze Getriebe derselben nur dazu da sei, um dem Menschen zu dienen. In gleicher Weise, wie das Weltsystem des Copernikus durch Newton's Gravitationstheorie mechanisch begründet wurde, sehen wir später die Descendenztheorie des Lamarck durch Darwin's Selectionstheorie ihre ursächliche Begründung erlangen. Ich habe diesen in mehrfacher Hinsicht lehrreichen Vergleich in meinen Vorträgen „über die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts" weiter ausgeführt[25]).

Um nun diese äußerst wichtige Anwendung der Abstammungslehre auf den Menschen mit der unentbehrlichen Unparteilichkeit und Objektivität durchzuführen, muß ich Sie vor Allem bitten, sich (für

# Zweiundzwanzigster Vortrag.

## Urſprung und Stammbaum des Menſchen.

Die Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen. Unermeßliche Bedeutung und logiſche Nothwendigkeit derſelben. Stellung des Menſchen im natürlichen Syſtem der Thiere, insbeſondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menſchen in der Ordnung der Affen. Schmalnaſen (Affen der alten Welt) und Plattnaſen (amerikaniſche Affen). Unterſchiede beider Gruppen. Entſtehung des Menſchen aus Schmalnaſen. Menſchenaffen oder Anthropoiden. Afrikaniſche Menſchenaffen (Gorilla und Schimpanſe). Aſiatiſche Menſchenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verſchiedenen Menſchenaffen und der verſchiedenen Menſchenraſſen. Ueberſicht der Ahnenreihe des Menſchen. Wirbelloſe Ahnen (Prochordaten) und Wirbelthier-Ahnen.

Meine Herren! Von allen einzelnen Fragen, welche durch die Abſtammungslehre beantwortet werden, von allen beſonderen Folgerungen, die wir aus derſelben ziehen müſſen, iſt keine einzige von ſolcher Bedeutung, als die Anwendung dieſer Lehre auf den Menſchen ſelbſt. Wie ich ſchon im Beginn dieſer Vorträge (S. 6) hervorgehoben habe, müſſen wir aus dem allgemeinen Inductionsgeſetze der Deſcendenztheorie mit der unerbittlichen Nothwendigkeit ſtrengſter Logik den beſonderen Deductionsſchluß ziehen, daß der Menſch ſich aus niederen Wirbelthieren, und zunächſt aus affenartigen Säugethieren allmählich und ſchrittweiſe entwickelt hat. Daß dieſe Lehre ein unzertrennlicher Beſtandtheil der Abſtammungslehre, und ſomit auch der allgemeinen Entwickelungstheorie überhaupt iſt, das wird

ebenso von allen denkenden Anhängern, wie von allen folgerichtig schließenden Gegnern derselben anerkannt.

Wenn diese Lehre aber wahr ist, so wird die Erkenntniß vom thierischen Ursprung und Stammbaum des Menschengeschlechts nothwendig tiefer, als jeder andere Fortschritt des menschlichen Geistes, in die Beurtheilung aller menschlichen Verhältnisse und zunächst in das Getriebe aller menschlichen Wissenschaften eingreifen. Sie muß früher oder später eine vollständige Umwälzung in der ganzen Weltanschauung der Menschheit hervorbringen. Ich bin der festen Ueberzeugung, daß man in Zukunft diesen unermeßlichen Fortschritt in der Erkenntniß als Beginn einer neuen Entwickelungsperiode der Menschheit feiern wird. Er läßt sich nur vergleichen mit dem Schritte des Copernikus, der zum ersten Male klar auszusprechen wagte, daß die Sonne sich nicht um die Erde bewege, sondern die Erde um die Sonne. Ebenso wie durch das Weltsystem des Copernikus und seiner Nachfolger die geocentrische Weltanschauung des Menschen umgestoßen wurde, die falsche Ansicht, daß die Erde der Mittelpunkt der Welt sei, und daß sich die ganze übrige Welt um die Erde drehe, ebenso wird durch die, schon von Lamarck versuchte Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen die anthropocentrische Weltanschauung umgestoßen, der eitle Wahn, daß der Mensch der Mittelpunkt der irdischen Natur und das ganze Getriebe derselben nur dazu da sei, um dem Menschen zu dienen. In gleicher Weise, wie das Weltsystem des Copernikus durch Newton's Gravitationstheorie mechanisch begründet wurde, sehen wir später die Descendenztheorie des Lamarck durch Darwin's Selectionstheorie ihre ursächliche Begründung erlangen. Ich habe diesen in mehrfacher Hinsicht lehrreichen Vergleich in meinen Vorträgen „über die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts" weiter ausgeführt[25]).

Um nun diese äußerst wichtige Anwendung der Abstammungslehre auf den Menschen mit der unentbehrlichen Unparteilichkeit und Objektivität durchzuführen, muß ich Sie vor Allem bitten, sich (für

kurze Zeit wenigstens) aller hergebrachten und allgemein üblichen Vorstellungen über die „Schöpfung des Menschen" zu entäußern, und die tief eingewurzelten Vorurtheile abzustreifen, welche uns über diesen Punkt schon in frühester Jugend eingepflanzt werden. Wenn Sie dies nicht thun, können Sie nicht objektiv das Gewicht der wissenschaftlichen Beweisgründe würdigen, welche ich Ihnen für die thierische Abstammung des Menschen, für seine Entstehung aus affenähnlichen Säugethieren anführen werde. Wir können hierbei nichts besseres thun, als mit Huxley uns vorzustellen, daß wir Bewohner eines anderen Planeten wären, die bei Gelegenheit einer wissenschaftlichen Weltreise auf die Erde gekommen wären, und da ein sonderbares zweibeiniges Säugethier, Mensch genannt, in großer Anzahl über die ganze Erde verbreitet, angetroffen hätten. Um dasselbe zoologisch zu untersuchen, hätten wir eine Anzahl von Individuen desselben, in verschiedenem Alter und aus verschiedenen Ländern, gleich den anderen auf der Erde gesammelten Thieren, in ein großes Faß mit Weingeist gepackt, und nähmen nun nach unserer Rückkehr auf den heimischen Planeten ganz objektiv die vergleichende Anatomie aller dieser erdbewohnenden Thiere vor. Da wir gar kein persönliches Interesse an dem, von uns selbst gänzlich verschiedenen Menschen hätten, so würden wir ihn ebenso unbefangen und objektiv wie die übrigen Thiere der Erde untersuchen und beurtheilen. Dabei würden wir uns selbstverständlich zunächst aller Ansichten und Muthmaßungen über die Natur seiner Seele enthalten oder über die geistige Seite seines Wesens, wie man es gewöhnlich nennt. Wir beschäftigen uns vielmehr zunächst nur mit der körperlichen Seite und derjenigen natürlichen Auffassung derselben, welche uns durch die Entwickelungsgeschichte an die Hand gegeben wird.

Offenbar müssen wir hier zunächst, um die Stellung des Menschen unter den übrigen Organismen der Erde richtig zu bestimmen, wieder den unentbehrlichen Leitfaden des natürlichen Systems in die Hand nehmen. Wir müssen möglichst scharf und genau die Stellung zu bestimmen suchen, welche dem Menschen im natürlichen System der

Thiere zukömmt. Dann können wir, wenn überhaupt die Descendenztheorie richtig ist, aus der Stellung im System wiederum auf die wirkliche Stammverwandtschaft zurückschließen und den Grad der Blutsverwandtschaft bestimmen, durch welchen der Mensch mit den menschenähnlichen Thieren zusammenhängt. Der hypothetische Stammbaum des Menschengeschlechts wird sich uns dann als das Endresultat dieser vergleichend-anatomischen und systematischen Untersuchung ganz von selbst ergeben.

Wenn Sie nun auf Grund der vergleichenden Anatomie und Ontogenie die Stellung des Menschen in dem natürlichen System der Thiere aufsuchen, mit welchem wir uns in den beiden letzten Vorträgen beschäftigten, so tritt Ihnen zunächst die unumstößliche Thatsache entgegen, daß der Mensch dem Stamm oder Phylum der Wirbelthiere angehört. Alle körperlichen Eigenthümlichkeiten, durch welche sich alle Wirbelthiere so auffallend von allen Wirbellosen unterscheiden, besitzt auch der Mensch. Eben so wenig ist es jemals zweifelhaft gewesen, daß unter allen Wirbelthieren die Säugethiere dem Menschen am nächsten stehen, und daß er alle charakteristischen Merkmale besitzt, durch welche sich die Säugethiere vor allen übrigen Wirbelthieren auszeichnen. Wenn Sie dann weiterhin die drei verschiedenen Hauptgruppen oder Unterklassen der Säugethiere in's Auge fassen, deren gegenseitiges Verhältniß wir im letzten Vortrage erörterten, so kann nicht der geringste Zweifel darüber obwalten, daß der Mensch zu den Placentalthieren gehört, und alle die wichtigen Eigenthümlichkeiten mit den übrigen Placentalien theilt, durch welche sich diese von den Beutelthieren und von den Kloakenthieren unterscheiden. Endlich ist von den beiden Hauptgruppen der Placentalthiere, Deciduaten und Indeciduen, die Gruppe der Deciduaten zweifelsohne diejenige, welche auch den Menschen umfaßt. Denn der menschliche Embryo entwickelt sich mit einer echten Decidua, und unterscheidet sich dadurch wesentlich von allen Decidualosen. Unter den Deciduathieren haben wir als zwei Legionen die Zonoplacentalien mit gürtelförmiger Placenta (Raubthiere und

Scheinhufer) und die Discoplacentalien mit ſcheibenförmiger Placenta (alle übrigen Deciduaten) unterſchieden. Der Menſch beſitzt eine ſcheibenförmige Placenta, gleich allen anderen Discoplacentalien, und wir würden nun alſo zunächſt die Frage zu beantworten haben, welche Stellung der Menſch in dieſer Gruppe einnimmt.

Im letzten Vortrage hatten wir folgende fünf Ordnungen von Discoplacentalien unterſchieden: 1) die Halbaffen; 2) die Nagethiere; 3) die Inſektenfreſſer; 4) die Flederthiere; 5) die Affen. Wie Jeder von Ihnen weiß, ſteht von dieſen fünf Ordnungen die letzte, diejenige der Affen, dem Menſchen in jeder körperlichen Beziehung weit näher, als die vier übrigen. Es kann ſich daher nur noch um die Frage handeln, ob man im Syſtem der Säugethiere den Menſchen geradezu in die Ordnung der echten Affen einreihen, oder ob man ihn neben und über derſelben als Vertreter einer beſonderen ſechſten Ordnung der Discoplacentalien betrachten ſoll.

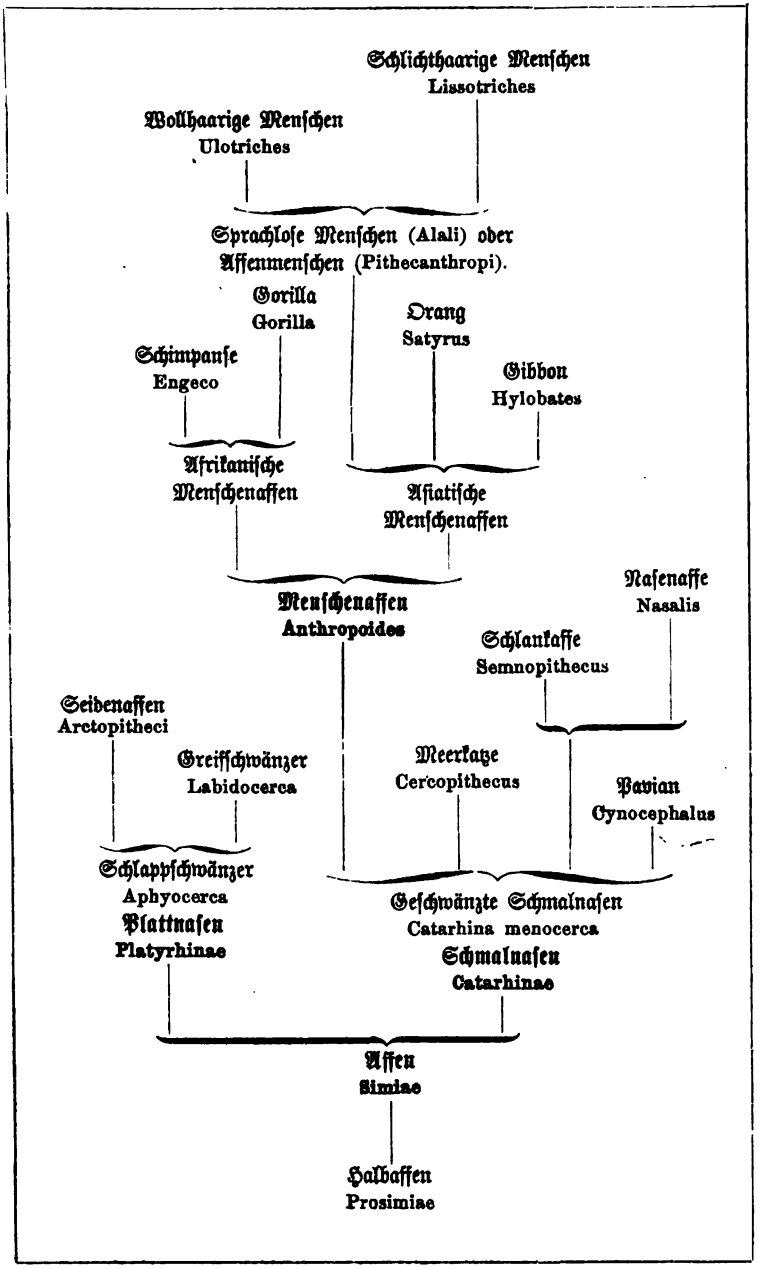
Linné vereinigte in ſeinem Syſtem den Menſchen mit den echten Affen, den Halbaffen und den Fledermäuſen in einer und derſelben Ordnung, welche er Primates nannte, d. h. Oberherrn, gleichſam die höchſten Würdenträger des Thierreichs. Der Göttinger Anatom Blumenbach dagegen trennte den Menſchen als eine beſondere Ordnung unter dem Namen Bimana oder Zweihänder, indem er ihm die vereinigten Affen und Halbaffen unter dem Namen Quadrumana oder Vierhänder entgegenſetzte. Dieſe Eintheilung wurde auch von Cuvier und demnach von den allermeiſten folgenden Zoologen angenommen. Erſt 1863 zeigte Huxley in ſeinen vortrefflichen „Zeugniſſen für die Stellung des Menſchen in der Natur“[26], daß dieſelbe auf falſchen Anſichten beruhe, und daß die angeblichen „Vierhänder“ (Affen und Halbaffen) eben ſo gut „Zweihänder“ ſind, wie der Menſch ſelbſt. Der Unterſchied des Fußes von der Hand beruht nicht auf der phyſiologiſchen Eigenthümlichkeit, daß die erſte Zehe oder der Daumen den vier übrigen Fingern oder Zehen an der Hand entgegenſtellbar iſt, am Fuße dagegen nicht. Denn es giebt wilde Völkerſtämme, welche die erſte oder

große Zehe den vier übrigen am Fuße ebenſo gegenüber ſtellen können, wie an der Hand. Sie können alſo ihren „Greiffuß“ ebenſo gut als eine ſogenannte „Hinterhand“ benutzen, wie die Affen. Die chineſiſchen Bootsleute rudern, die bengaliſchen Handwerker weben mit dieſer Hinterhand. Die Neger, bei denen die große Zehe beſonders ſtark und frei beweglich iſt, umfaſſen damit die Zweige, wenn ſie auf Bäume klettern, gerade wie die „vierhändigen“ Affen. Ja ſelbſt die neugeborenen Kinder der höchſtentwickelten Menſchenraſſen greifen in den erſten Monaten ihres Lebens noch eben ſo geſchickt mit der „Hinterhand“, wie mit der „Vorderhand“, und halten einen hingereichten Löffel ebenſo feſt mit der großen Zehe, wie mit dem Daumen! Auf der anderen Seite differenziren ſich aber bei den höheren Affen, namentlich beim Gorilla, Hand und Fuß ſchon ganz ähnlich wie beim Menſchen (vergl. Taf. IV, S. 363).

Der weſentliche Unterſchied von Hand und Fuß iſt alſo nicht ein phyſiologiſcher, ſondern ein morphologiſcher, und iſt durch den charakteriſtiſchen Bau des knöchernen Skelets und der ſich daran anſetzenden Muskeln bedingt. Die Fußwurzelknochen ſind weſentlich anders angeordnet, als die Handwurzelknochen, und den Fuß bewegen drei beſondere Muskeln, welche der Hand fehlen (ein kurzer Beugemuskel, ein kurzer Streckmuskel und ein langer Wadenbeinmuskel). In allen dieſen Beziehungen verhalten ſich die Affen und Halbaffen genau ſo wie der Menſch, und es war daher vollkommen unrichtig, wenn man den Menſchen von den erſteren als eine beſondere Ordnung auf Grund ſeiner ſtärkeren Differenzirung von Hand und Fuß trennen wollte. Ebenſo verhält es ſich aber auch mit allen übrigen körperlichen Merkmalen, durch welche man etwa verſuchen wollte, den Menſchen von den Affen zu trennen, mit der relativen Länge der Gliedmaßen, dem Bau des Schädels, des Gehirns u. ſ. w. In allen dieſen Beziehungen ohne Ausnahme ſind die Unterſchiede zwiſchen dem Menſchen und den höheren Affen geringer, als die entſprechenden Unterſchiede zwiſchen den höheren und den niederen Affen.

## Syſtematiſche Ueberſicht
### der Familien und Gattungen der Affen.

| Sektionen der Affen | Familien der Affen | Gattungen oder Genera der Affen | Syſtematiſcher Name der Genera |
|---|---|---|---|
| **I. Affen der neuen Welt (Hesperopitheci) oder plattnaſige Affen (Platyrhinae).** | | | |
| **A. Platyrhinen mit Krallen** Arctopitheci | I. Seidenaffen *Hapalida* | 1. Pinſelaffe | 1. Midas |
| | | 2. Löwenaffe | 2. Jacchus |
| **B. Platyrhinen mit Kuppennägeln** Dysmopitheci | II. Plattnaſen mit Schlappſchwanz *Aphyocerca* | 3. Eichhornaffe | 3. Chrysothrix |
| | | 4. Springaffe | 4. Callithrix |
| | | 5. Nachtaffe | 5. Nyctipithecus |
| | | 6. Schweifaffe | 6. Pithecia |
| | III. Plattnaſen mit Greifſchwanz *Labidocera* | 7. Rollaffe | 7. Cebus |
| | | 8. Klammeraffe | 8. Ateles |
| | | 9. Wollaffe | 9. Lagothrix |
| | | 10. Brüllaffe | 10. Mycetes |
| **II. Affen der alten Welt (Hesopitheci) oder ſchmalnaſige Affen (Catarhinae).** | | | |
| **C. Geſchwänzte Katarhinen** Menocerca | IV. Geſchwänzte Katarhinen mit Backentaſchen *Ascoparea* | 11. Pavian | 11. Cynocephalus |
| | | 12. Makako | 12. Inuus |
| | | 13. Meerkatze | 13. Cercopithecus |
| | V. Geſchwänzte Katarhinen ohne Backentaſchen *Anasca* | 14. Schlankaffe | 14. Semnopithecus |
| | | 15. Stummelaffe | 15. Colobus |
| | | 16. Naſenaffe | 16. Nasalis |
| **D. Schwanzloſe Katarhinen** Lipocerca | VI. Menſchenaffen *Anthropoides* | 17. Gibbon | 17. Hylobates |
| | | 18. Orang | 18. Satyrus |
| | | 19. Schimpanſe | 19. Engeco |
| | | 20. Gorilla | 20. Gorilla |
| | VII. Menſchen *Erecti (Anthropi)* | 21. Affenmenſch oder ſprachloſer Menſch | 21. Pithecanthropus (Alalus) |
| | | 22. Sprechender Menſch | 22. Homo |


Schlichthaarige Menſchen
Lissotriches
Wollhaarige Menſchen
Ulotriches
Sprachloſe Menſchen (Alali) oder
Affenmenſchen (Pithecanthropi).
Gorilla
Gorilla
Orang
Satyrus
Schimpanſe
Engeco
Gibbon
Hylobates
Afrikaniſche
Menſchenaffen
Aſiatiſche
Menſchenaffen
Menſchenaffen
Anthropoides
Naſenaffe
Nasalis
Schlankaffe
Semnopithecus
Seidenaffen
Arctopitheci
Greifſchwänzer
Labidocerca
Meerkatze
Cercopithecus
Pavian
Cynocephalus
Schlappſchwänzer
Aphyocerca
Plattnaſen
Platyrhinae
Geſchwänzte Schmalnaſen
Catarhina menocerca
Schmalnaſen
Catarhinae
Affen
Simiae
Halbaffen
Prosimiae

Auf Grund der sorgfältigsten und genauesten anatomischen Vergleichungen kam demnach Huxley zu folgendem, äußerst wichtigem Schlusse: „Wir mögen daher ein System von Organen vornehmen, welches wir wollen, die Vergleichung ihrer Modifikationen in der Affenreihe führt uns zu einem und demselben Resultate: daß die anatomischen Verschiedenheiten, welche den Menschen vom Gorilla und Schimpanse scheiden, nicht so groß sind, als die, welche den Gorilla von den niedrigeren Affen trennen". Demgemäß vereinigt Huxley, streng der systematischen Logik folgend, Menschen, Affen und Halbaffen in einer einzigen Ordnung, Primates, und theilt diese in folgende sieben Familien von ungefähr gleichem systematischen Werthe: 1. Anthropini (der Mensch). 2. Catarhini (echte Affen der alten Welt). 3. Platyrhini (echte Affen Amerikas). 4. Arctopitheci (Krallenaffen Amerikas). 5. Lemurini (kurzfüßige und langfüßige Halbaffen, S. 559). 6. Chiromyini (Fingerthiere, S. 558). 7. Galeopithecini (Pelzflatterer, S. 563).

Wenn wir aber das natürliche System und demgemäß den Stammbaum der Primaten ganz naturgemäß auffassen wollen, so müssen wir noch einen Schritt weiter gehen, und die Halbaffen oder Prosimien (die drei letzten Familien Huxley's) gänzlich von den echten Affen oder Simien (den vier ersten Familien) trennen. Denn wie ich schon in meiner generellen Morphologie zeigte, und Ihnen bereits im letzten Vortrage erläuterte, unterscheiden sich die Halbaffen in vielen und wichtigen Beziehungen von den echten Affen und schließen sich in ihren einzelnen Formen vielmehr den verschiedenen anderen Ordnungen der Discoplacentalien an. Die Halbaffen sind daher wahrscheinlich als Reste der gemeinsamen Stammgruppe zu betrachten, aus welcher sich die anderen Ordnungen der Discoplacentalien, und vielleicht alle Deciduaten, als divergente Zweige entwickelt haben. (Gen. Morph. II, S. CXLVIII und CLIII.) Der Mensch aber kann nicht von der Ordnung der echten Affen oder Simien getrennt werden, da er den höheren echten Affen in jeder Beziehung näher steht, als diese den niederen echten Affen.

Die echten Affen (Simiae) werden allgemein in zwei ganz natürliche Hauptgruppen getheilt, nämlich in die Affen der neuen Welt (amerikanische Affen) und in die Affen der alten Welt, welche in Asien und Afrika einheimisch sind, und früher auch in Europa vertreten waren. Diese beiden Abtheilungen unterscheiden sich namentlich in der Bildung der Nase und man hat sie darnach benannt. Die amerikanischen Affen haben plattgedrückte Nasen, so daß die Nasenlöcher nach außen stehen, nicht nach unten; sie heißen deshalb Plattnasen (Platyrhinae). Dagegen haben die Affen der alten Welt eine schmale Nasenscheidewand und die Nasenlöcher sehen nach unten, wie beim Menschen; man nennt sie deshalb Schmalnasen (Catarhinae). Ferner ist das Gebiß, welches bekanntlich bei der Klassifikation der Säugethiere eine hervorragende Rolle spielt, bei beiden Gruppen charakteristisch verschieden. Alle Katarhinen oder Affen der alten Welt haben ganz dasselbe Gebiß, wie der Mensch, nämlich in jedem Kiefer, oben und unten, vier Schneidezähne, dann jederseits einen Eckzahn und fünf Backzähne, von denen zwei Lückenzähne und drei Mahlzähne sind, zusammen 32 Zähne. Dagegen alle Affen der neuen Welt, alle Platyrhinen, besitzen vier Backzähne mehr, nämlich drei Lückenzähne und drei Mahlzähne jederseits oben und unten. Sie haben also zusammen 36 Zähne. Nur eine kleine Gruppe bildet davon eine Ausnahme, nämlich die Krallenaffen (Arctopitheci), bei denen der dritte Mahlzahn verkümmert, und die demnach in jeder Kieferhälfte drei Lückenzähne und zwei Mahlzähne haben. Sie unterscheiden sich von den übrigen Platyrhinen auch dadurch, daß sie an den Fingern der Hände und den Zehen der Füße Krallen tragen, und keine Nägel, wie der Mensch und die übrigen Affen. Diese kleine Gruppe südamerikanischer Affen, zu welcher unter anderen die bekannten niedlichen Pinseläffchen (Midas) und Löwenäffchen (Jacchus) gehören, ist wohl nur als ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der Platyrhinen aufzufassen.

Fragen wir nun, welche Resultate aus diesem System der Affen für den Stammbaum derselben folgen, so ergiebt sich daraus unmit-

telbar, daß ſich alle Affen der neuen Welt aus einem Stamme entwickelt haben, weil ſie alle das charakteriſtiſche Gebiß und die Naſenbildung der Platyrhinen beſitzen. Ebenſo folgt daraus, daß alle Affen der alten Welt abſtammen müſſen von einer und derſelben gemeinſchaftlichen Stammform, welche die Naſenbildung und das Gebiß aller jetzt lebenden Katarhinen beſaß. Fernet kann es kaum zweifelhaft ſein, daß die Affen der neuen Welt, als ganzer Stamm genommen, entweder von denen der alten Welt abſtammen, oder (unbeſtimmter und vorſichtiger ausgedrückt) daß Beide divergente Aeſte eines und deſſelben Affenſtammes ſind. Für die Abſtammung des Menſchen folgt hieraus der unendlich wichtige Schluß, welcher auch für die Verbreitung des Menſchen auf der Erdoberfläche die größte Bedeutung beſitzt, daß der Menſch ſich aus den Katarhinen entwickelt hat. Denn wir ſind nicht im Stande, einen zoologiſchen Charakter aufzufinden, der den Menſchen von den nächſtverwandten Affen der alten Welt in einem höheren Grade unterſchiede, als die entfernteſten Formen dieſer Gruppe unter ſich verſchieden ſind. Es iſt dies das wichtigſte Reſultat der ſehr genauen vergleichend-anatomiſchen Unterſuchungen Huxley's, welches nicht genug berückſichtigt werden kann. In jeder Beziehung ſind die anatomiſchen Unterſchiede zwiſchen dem Menſchen und den menſchenähnlichſten Katarhinen (Orang, Gorilla, Schimpanſe) geringer, als die anatomiſchen Unterſchiede zwiſchen dieſen und den niedrigſten, tiefſt ſtehenden Katarhinen, insbeſondere den hundeähnlichen Pavianen. Dieſes höchſt bedeutſame Reſultat ergiebt ſich aus einer unbefangenen anatomiſchen Vergleichung der verſchiedenen Formen von Katarhinen als unzweifelhaft.

Wenn wir alſo überhaupt, der Deſcendenztheorie entſprechend, das natürliche Syſtem der Thiere als Leitfaden unſerer Betrachtung anerkennen, und darauf unſeren Stammbaum begründen, ſo müſſen wir nothwendig zu dem unabweislichen Schluſſe kommen, daß das Menſchengeſchlecht ein Aeſtchen der Katarhinengruppe iſt, und ſich aus längſt ausgeſtorbenen Affen dieſer Gruppe in der alten Welt entwickelt hat. Einige An-

hänger der Deſcendenztheorie haben gemeint, daß die amerikaniſchen Menſchen ſich unabhängig von denen der alten Welt aus amerikaniſchen Affen entwickelt hätten. Dieſe Hypotheſe halte ich für ganz irrig. Denn die völlige Uebereinſtimmung aller Menſchen mit den Katarhinen in Bezug auf die charakteriſtiſche Bildung der Naſe und des Gebiſſes beweiſt deutlich, daß ſie eines Urſprungs ſind, und ſich aus einer gemeinſamen Wurzel erſt entwickelt haben, nachdem die Platyrhinen oder amerikaniſchen Affen ſich bereits von dieſer abgezweigt hatten. Die amerikaniſchen Ureinwohner ſind vielmehr, wie auch zahlreiche ethnographiſche Thatſachen beweiſen, aus Aſien, und theilweiſe vielleicht auch aus Polyneſien (oder ſelbſt aus Europa) eingewandert.

Einer genaueren Feſtſtellung des menſchlichen Stammbaums ſtehen gegenwärtig noch große Schwierigkeiten entgegen. Nur das läßt ſich noch weiterhin behaupten, daß die nächſten Stammeltern des Menſchengeſchlechts ſchwanzloſe Katarhinen (Lipocerca) waren, ähnlich den heute noch lebenden Menſchenaffen, die ſich offenbar erſt ſpäter aus den geſchwänzten Katarhinen (Menocerca), als der urſprünglicheren Affenform, entwickelt haben. Von jenen ſchwanzloſen Katarhinen, die jetzt auch häufig Menſchenaffen oder Anthropoiden genannt werden, leben heutzutage noch vier verſchiedene Gattungen mit ungefähr einem Dutzend verſchiedener Arten. Der größte Menſchenaffe iſt der berühmte Gorilla (Gorilla engena oder Pongo gorilla genannt), welcher den Menſchen an Größe und Stärke übertrifft, in der Tropenzone des weſtlichen Afrika einheimiſch iſt und am Fluſſe Gaboon erſt 1847 von dem Miſſionär Savage entdeckt wurde. Dieſem ſchließt ſich als nächſter Verwandter der längſt bekannte Schimpanſe an (Engeco troglodytes oder Pongo troglodytes), ebenfalls im weſtlichen und centralen Afrika einheimiſch, aber bedeutend kleiner als der Gorilla. Der dritte von den drei großen menſchenähnlichen Affen iſt der auf Borneo und anderen Sunda-Inſeln einheimiſche Orang oder Orang-Utang, von welchem man neuerdings zwei nahe verwandte Arten unterſcheidet,

den großen Orang (Satyrus orang oder Pithecus satyrus) und den kleinen Orang (Satyrus morio oder Pithecus morio). Endlich lebt noch im südlichen Asien die Gattung Gibbon (Hylobates), von welcher man 4—8 verschiedene Arten unterscheidet. Sie sind bedeutend kleiner als die drei erstgenannten Anthropoiden und entfernen sich in den meisten Merkmalen schon weiter vom Menschen.

Die schwanzlosen Menschenaffen haben neuerdings, namentlich seit der genaueren Bekanntschaft mit dem Gorilla und seit ihrer Verknüpfung mit der Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen ein so allgemeines Interesse erregt, und eine solche Fluth von Schriften hervorgerufen, daß ich hier keine Veranlassung finde, näher auf dieselben einzugehen. Was ihre Beziehungen zum Menschen betrifft, so finden Sie dieselben in den trefflichen Schriften von Huxley[26]), Carl Vogt[27]), Büchner[43]) und Rolle[29]) ausführlich erörtert. Ich beschränke mich daher auf die Mittheilung des wichtigsten allgemeinen Resultates, welches ihre allseitige Vergleichung mit dem Menschen ergeben hat, daß nämlich jeder von den vier Menschenaffen dem Menschen in einer oder einigen Beziehungen näher steht, als die übrigen, daß aber keiner als der absolut in jeder Beziehung menschenähnlichste bezeichnet werden kann. Der Orang steht dem Menschen am nächsten in Bezug auf die Gehirnbildung, der Schimpanse durch wichtige Eigenthümlichkeiten der Schädelbildung, der Gorilla hinsichtlich der Ausbildung der Füße und Hände, und der Gibbon endlich in der Bildung des Brustkastens.

Es ergiebt sich also aus der sorgfältigen vergleichenden Anatomie der Anthropoiden ein ganz ähnliches Resultat, wie es Weisbach aus der statistischen Zusammenstellung und denkenden Vergleichung der sehr zahlreichen und sorgfältigen Körpermessungen erhalten hat, die Scherzer und Schwarz während der Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde an Individuen verschiedener Menschenrassen angestellt haben. Weisbach faßt das Endresultat seiner gründlichen Untersuchungen in folgenden Worten zusammen: „Die Affenähnlichkeit des Menschen concentrirt sich keineswegs bei

einem oder dem anderen Volke, sondern vertheilt sich derart auf die einzelnen Körperabschnitte bei den verschiedenen Völkern, daß jedes mit irgend einem *Erbstücke dieser Verwandtschaft*, freilich das eine mehr, das andere weniger, bedacht ist, und selbst wir *Europäer* durchaus nicht beanspruchen dürfen, dieser Verwandtschaft vollständig fremd zu sein". (Novara-Reise, Anthropolog. Theil.)

Ausdrücklich will ich hier noch hervorheben, was eigentlich freilich selbstverständlich ist, *daß kein einziger von allen jetzt lebenden Affen, und also auch keiner von den genannten Menschenaffen der Stammvater des Menschengeschlechts sein kann*. Von denkenden Anhängern der Descendenztheorie ist diese Meinung auch niemals behauptet, wohl aber von ihren gedankenlosen Gegnern ihnen untergeschoben worden. *Die affenartigen Stammeltern des Menschengeschlechts sind längst ausgestorben*. Vielleicht werden wir ihre versteinerten Gebeine noch dereinst theilweis in Tertiärgesteinen des südlichen Asiens oder Afrikas auffinden. Jedenfalls werden dieselben im zoologischen System in der Gruppe der *schwanzlosen Schmalnasen* (Catarhina lipocerca) oder Anthropoiden untergebracht werden müssen.

Die genealogischen Hypothesen, zu welchen uns die Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen in den letzten Vorträgen bis hierher geführt hat, ergeben sich für jeden klar und consequent denkenden Menschen unmittelbar aus den Thatsachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie. Natürlich kann unsere Phylogenie nur ganz im Allgemeinen die Grundzüge des menschlichen Stammbaums andeuten, und sie läuft um so mehr Gefahr des Irrthums, je strenger sie im Einzelnen auf die uns bekannten besonderen Thierformen bezogen wird. Indessen lassen sich doch schon jetzt mindestens die nachstehend aufgeführten zweiundzwanzig Ahnenstufen des Menschen mit annähernder Sicherheit unterscheiden. Von diesen gehören vierzehn Stufen zu den Wirbelthieren (Vertebrata), acht Stufen zu den wirbellosen Vorfahren des Menschen (Prochordata).

## Thieriſche Vorfahrenkette oder Ahnenreihe des Menſchen.

(Vergl. den XX. und XXI. Vortrag, ſowie Taf. XIV und S. 352.)

Erſte Hälfte der menſchlichen Vorfahrenkette:

### Wirbelloſe Ahnen des Menſchen (Prochordata).

Erſte Stufe: **Moneren (Monera).**

Die älteſten Vorfahren des Menſchen wie aller anderen Organismen waren lebendige Weſen der denkbar einfachſten Art, Organismen ohne Organe, gleich den heute noch lebenden Moneren. Sie beſtanden aus einem ganz einfachen, durch und durch gleichartigen, ſtrukturloſen und formloſen Klümpchen einer ſchleimartigen oder eiweißartigen Materie (Protoplasma), wie die heute noch lebende Protamoeba primitiva (vergl. S. 167, Fig. 1). Der Formwerth dieſer älteſten menſchlichen Urahnen war noch nicht einmal demjenigen einer Zelle gleich, ſondern nur dem einer Cytode (vergl. S. 308). Denn wie bei allen Moneren war das Protoplasma-Stückchen noch ohne Zellenkern. Die erſten von dieſen Moneren entſtanden im Beginn der laurentiſchen Periode durch Urzeugung oder Archigonie aus ſogenannten „anorganiſchen Verbindungen", aus einfachen Verbindungen von Kohlenſtoff, Sauerſtoff, Waſſerſtoff und Stickſtoff. Die Annahme einer ſolchen Urzeugung, einer mechaniſchen Entſtehung der erſten Organismen aus anorganiſcher Materie, haben wir im dreizehnten Vortrage als eine nothwendige Hypotheſe nachgewieſen (vergl. S. 301). Den direkten, auf das biogenetiſche Grundgeſetz (S. 361) geſtützten Beweis für die frühere Exiſtenz dieſer älteſten Ahnenſtufe liefert möglicherweiſe noch heute der Umſtand,

daß nach den Angaben vieler Beobachter im Beginn der Ei-Entwickelung der Zellenkern verschwindet und somit die Eizelle auf die niedere Stufe der Cytode zurücksinkt (Monerula, S. 441; Rückschlag der kernhaltigen Plastide in die kernlose). Aus den wichtigsten allgemeinen Gründen ist die Annahme dieser ersten Stufe nothwendig.

### Zweite Stufe: **Amoeben (Amoebae).**

Die zweite Ahnenstufe des Menschen, wie aller höheren Thiere und Pflanzen, wird durch eine einfache Zelle gebildet, d. h. ein Stückchen Protoplasma, das einen Kern umschließt. Aehnliche „einzellige Organismen" leben noch heute in großer Menge. Unter diesen werden die gewöhnlichen, einfachen Amoeben (S. 169, Fig. 2) von jenen Urahnen nicht wesentlich verschieden gewesen sein. Der Formwerth jeder Amoebe ist wesentlich gleich demjenigen, welchen das Ei des Menschen, und ebenso das Ei aller anderen Thiere, noch heute besitzt (vergl. S. 170, Fig. 3). Die nackten Eizellen der Schwämme, welche ganz wie Amoeben umherkriechen, sind von diesen nicht zu unterscheiden. Die Eizelle des Menschen, welche gleich der der meisten anderen Thiere von einer Membran umschlossen ist, gleicht einer eingekapselten Amoebe. Die ersten einzelligen Thiere dieser Art entstanden aus Moneren durch Differenzirung des inneren Kerns und des äußeren Protoplasma, und lebten schon in früher Primordialzeit. Den unumstößlichen Beweis, das solche einzellige Urthiere als direkte Vorfahren des Menschen wirklich existirten, liefert gemäß des biogenetischen Grundgesetzes (S. 276) die Thatsache, daß das Ei des Menschen weiter nichts als eine einfache Zelle ist. (Vergl. S. 441.)

### Dritte Stufe: **Synamoebien (Synamoebia).**

Um uns von der Organisation derjenigen Vorfahren des Menschen, die sich zunächst aus den einzelligen Urthieren entwickelten, eine ungefähre Vorstellung zu machen, müssen wir diejenigen Veränderungen verfolgen, welche das menschliche Ei im Beginn der individuellen

Entwickelung erleidet. Gerade hier leitet uns die Ontogenese mit größter Sicherheit auf die Spur der Phylogenese. Nun haben wir schon früher gesehen, daß das Ei des Menschen (ebenso wie das aller anderen Säugethiere) nach erfolgter Befruchtung durch wiederholte Selbsttheilung in einen Haufen von einfachen und gleichartigen, amoebenähnlichen Zellen zerfällt (S. 170, Fig. 4D). Alle diese „Furchungskugeln" sind anfänglich einander ganz gleich, ohne Hülle, nackte, kernhaltige Zellen. Bei vielen Thieren führen dieselben Bewegungen nach Art der Amoeben aus. Dieser ontogenetische Entwickelungszustand, den wir wegen seiner Maulbeerform Morula nannten (S. 442), führt den sicheren Beweis, daß in früher Primordialzeit Vorfahren des Menschen existirten, welche den Formwerth eines Haufens von gleichartigen, locker verbundenen Zellen besaßen. Man kann dieselben als Amoeben-Gemeinden (Synamoebia) bezeichnen (vgl. S. 444). Sie entstanden aus den einzelligen Urthieren der zweiten Stufe durch wiederholte Selbsttheilung und bleibende Vereinigung dieser Theilungsprodukte.

### Vierte Stufe: Flimmerschwärmer (Planacada).

Aus der Morula (Titelbild Fig. 3) entwickelt sich im Laufe der Ontogenese bei sehr vielen Thieren ein sehr merkwürdiger Keimzustand, welchen zuerst Bär entdeckt und mit dem Namen Keimblase oder Keimhautblase belegt hat (Blastosphaera oder Vesicula blastodermica). Das ist eine mit Flüssigkeit gefüllte Hohlkugel, deren dünne Wand aus einer einzigen Zellenschicht besteht. Indem sich im Inneren der Morula Flüssigkeit ansammelt, werden die Zellen sämmtlich nach der Peripherie gedrängt. Bei den meisten niederen Thieren, aber auch noch bei dem niedersten Wirbelthiere, dem Lanzetthiere oder Amphioxus, nennt man diese Keimform Flimmerlarve (Planula), weil die an der Oberfläche gelegenen gleichartigen Zellen haarfeine Fortsätze oder Flimmerhaare ausstrecken, welche sich schlagend im Wasser bewegen, und dadurch den ganzen Körper rotirend umhertreiben. Beim Menschen, wie bei allen Säugethieren, entsteht zwar auch heute noch aus der Mo-

rula dieselbe Keimhautblase (S. 267); aber ohne Flimmerhaare; diese sind durch Anpassung verloren gegangen. Aber die wesentlich gleiche Bildung dieser Flimmerlarve, die sich überall durch Vererbung erhalten hat, deutet auf eine ebenso gebildete uralte Stammform, die wir Flimmerschwärmer (Planaea) nennen können. Den sicheren Beweis dafür liefert der Amphioxus, welcher einerseits dem Menschen blutsverwandt ist, andrerseits aber noch das Stadium der Planula bis heute conservirt hat.

### Fünfte Stufe: Urdarmthiere (Gastraeada).

Im Laufe der individuellen Entwickelung entsteht sowohl beim Amphioxus, wie bei den verschiedensten niederen Thieren aus der Planula zunächst die äußerst wichtige Larvenform, welche wir Darmlarve oder Gastrula genannt haben (S. 443; Titelbild, Fig. 5, 6). Nach dem biogenetischen Grundgesetze beweist diese Gastrula die frühere Existenz einer ebenso gebauten selbstständigen Urthier-Form, welche wir Urdarmthier oder Gasträa nannten (S. 444, 445). Solche Gasträaden müssen schon während der älteren Primordialzeit existirt und unter ihnen müssen sich auch Vorfahren des Menschen befunden haben. Den sicheren Beweis dafür liefert der Amphioxus, welcher trotz seiner Blutsverwandtschaft mit dem Menschen noch heute das Stadium der Gastrula mit einfacher Darmanlage und zweiblättriger Darmwand durchläuft (vergl. Taf. X, Fig. B4).

### Sechste Stufe: Urwürmer (Archelminthes).

Die menschlichen Vorfahren der sechsten Stufe, die aus den Gasträaden der fünften Stufe hervorgingen, waren niedere Würmer, welche unter allen uns bekannten Wurmformen den Strudelwürmern oder Turbellarien am nächsten standen, oder doch wenigstens im Ganzen deren Formwerth besaßen. Sie waren gleich den heutigen Strudelwürmern auf der ganzen Körperoberfläche mit Wimpern überzogen und besaßen einen einfachen Körper von länglichrunder Gestalt, ohne alle Anhänge. Eine wahre Leibeshöhle (Coelom) und Blut war bei diesen acoelomen Würmern noch nicht vorhanden.

Sie entstanden schon in früher Primordialzeit aus den Gastraaden durch Bildung eines mittleren Keimblattes oder Muskelblattes, sowie durch weitere Differenzirung der inneren Körpertheile zu verschiedenen Organen; insbesondere die erste Bildung eines Nervensystems, der einfachsten Sinnesorgane, der einfachsten Organe für Ausscheidung (Nieren) und Fortpflanzung (Geschlechtsorgane). Der Beweis dafür, daß auch menschliche Vorfahren von ähnlicher Bildung existirten, ist in dem Umstande zu suchen, daß uns die vergleichende Anatomie und Ontogenie auf niedere acoelome Würmer, als auf die gemeinsame Stammform nicht nur aller höheren Würmer, sondern auch der vier höheren Thierstämme, hinweist. Diesen uralten acoelomen Urwürmern stehen aber von allen uns bekannten Thieren die Turbellarien am nächsten.

### Siebente Stufe: **Weichwürmer (Scolecida).**

Zwischen den Urwürmern der vorigen Stufe und den Chordathieren der nächsten Stufe müssen wir mindestens noch eine verbindende Zwischenstufe nothwendig annehmen. Denn die Tunicaten, welche unter allen uns bekannten Thieren der achten Stufe am nächsten stehen, und die Turbellarien, welche der sechsten Stufe zunächst gleichen, sind zwar beide der niederen Abtheilung der ungegliederten Würmer angehörig, aber dennoch entfernen sich diese beiden Abtheilungen in ihrer Organisation so weit von einander, daß wir nothwendig die frühere Existenz von ausgestorbenen Zwischenformen zwischen beiden annehmen müssen. Wir können diese Verbindungsglieder, von denen uns wegen ihrer weichen Körperbeschaffenheit keine fossilen Reste übrig blieben, als Weichwürmer oder Scoleciden zusammenfassen. Sie entwickelten sich aus den Strudelwürmern der sechsten Stufe dadurch, daß sich eine wahre Leibeshöhle (ein Coelom) und Blut im Inneren ausbildete. Welche von den heutigen Coelomaten diesen ausgestorbenen Scoleciden am nächsten stehen, ist schwer zu sagen, vielleicht die Eichelwürmer (Balanoglossus). Den Beweis, daß auch direkte Vorfahren des Menschen zu diesen

Scoleciden gehörten, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Würmer und des Amphioxus. Der Formwerth dieser Stufe wird übrigens in der weiten Lücke zwischen Strudelwürmern und Manteltieren durch mehrere sehr verschiedene Zwischenstufen vertreten gewesen sein.

### Achte Stufe: Chordathiere (Chordonia).

Als Chordathiere oder Chordonier führen wir hier an achter Stelle diejenigen Coelomaten auf, aus denen sich unmittelbar die ältesten schädellosen Wirbelthiere entwickelten. Unter den Coelomaten der Gegenwart sind die Ascidien die nächsten Verwandten dieser höchst merkwürdigen Würmer, welche die tiefe Kluft zwischen Wirbellosen und Wirbelthieren überbrückten. Daß solche Chordonier-Vorfahren des Menschen während der Primordialzeit wirklich existirten, dafür liefert den sicheren Beweis die höchst merkwürdige und wichtige Uebereinstimmung, welche die Ontogenie des Amphioxus und der Ascidien darbietet. (Vergl. Taf. XII und XIII, ferner S. 466, 510 ꝛc.) Aus dieser Thatsache läßt sich die frühere Existenz von Chordathieren erschließen, welche von allen heute uns bekannten Würmern den Manteltieren (Tunicata) und besonders den einfachen Seescheiden (Ascidia, Phallusia) am nächsten standen. Sie entwickelten sich aus den Würmern der siebenten Stufe durch Ausbildung eines Rückenmarks (Medullarrohrs) und durch Bildung eines darunter gelegenen Rückenstranges (Chorda dorsalis). Gerade die Lagerung dieses centralen Rückenstranges oder Axen-Skelets, zwischen dem Rückenmark auf der Rückenseite und dem Darmrohr auf der Bauchseite, ist für sämmtliche Wirbelthiere mit Inbegriff des Menschen höchst charakteristisch, ebenso aber auch für die Ascidien-Larven. Der Formwerth dieser Stufe entspricht ungefähr demjenigen, welchen die genannten Larven der einfachen Seescheiden zu der Zeit besitzen, wo sie die Anlage des Rückenmarks und des Rückenstranges zeigen. (Taf. XII, Fig. A5; vergl. die Erklärung dieser Figuren unten im Anhang.)

Zweite Hälfte der menschlichen Ahnenreihe:

## Wirbelthier-Ahnen des Menschen (Vertebrata).

### Neunte Stufe: Schädellose (Acrania).

Die Reihe der menschlichen Vorfahren, welche wir ihrer ganzen Organisation nach bereits als Wirbelthiere betrachten müssen, beginnt mit Schädellosen oder Acranien, von deren Beschaffenheit uns das heute noch lebende Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus, Taf. XII B, XIII B) eine entfernte Vorstellung giebt. Indem dieses Thierchen durch seine frühesten Embryon-Zustände ganz mit den Ascidien übereinstimmt, durch seine weitere Entwickelung sich aber als echtes Wirbelthier zeigt, vermittelt es von Seiten der Wirbelthiere den unmittelbaren Uebergang zu den Wirbellosen. Wenn auch die menschlichen Vorfahren der neunten Stufe in vielen Beziehungen von dem Amphioxus, als dem letzten überlebenden Reste der Schädellosen, sehr verschieden waren, so müssen sie ihm doch in den wesentlichsten Eigenthümlichkeiten, in dem Mangel von Kopf, Schädel und Gehirn geglichen haben. Schädellose von solcher Bildung, aus denen die Schädelthiere erst später sich entwickelten, lebten während der Primordialzeit und entstanden aus den ungegliederten Chordoniern der achten Stufe durch Gliederung des Rumpfes (Bildung von Metameren oder Rumpfsegmenten), sowie durch weitere Differenzirung aller Organe. Wahrscheinlich begann mit dieser Stufe auch die Trennung der beiden Geschlechter (Gonochorismus), während alle vorher genannten wirbellosen Ahnen (abgesehen von den 3—4 ersten geschlechtslosen Stufen) noch Zwitterbildung (Hermaphroditismus) besessen haben werden (vergl. S. 176). Den sicheren Beweis für die frühere Existenz solcher schädellosen und gehirnlosen Ahnen des Menschen liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie des Amphioxus und der Cranioten.

### Zehnte Stufe: Unpaarnasen (Monorhina).

Aus den schädellosen Vorfahren des Menschen gingen zunächst Schädelthiere oder Cranioten von der unvollkommensten Beschaffen-

heit hervor. Unter allen heute noch lebenden Schädelthieren nimmt die tiefste Stufe die Klasse der Rundmäuler oder Cyclostomen ein, die Inger (Myxinoiden) und Lampreten (Petromyzonten). Aus der inneren Organisation dieser Unpaarnasen oder Monorhinen können wir uns ein ungefähres Bild von der Beschaffenheit der menschlichen Ahnen der zehnten Stufe machen. Wie bei jenen ersteren, so wird auch bei diesen letzteren Schädel und Gehirn noch von der einfachsten Form gewesen sein, und viele wichtige Organe, wie z. B. Schwimmblase, sympathischer Nerv, Milz, Kieferskelet und beide Beinpaare, noch völlig gefehlt haben. Jedoch sind die Beutelkiemen und das runde Saugmaul der Cyclostomen wohl als reine Anpassungscharaktere zu betrachten, welche bei der entsprechenden Ahnenstufe nicht vorhanden waren. Die Unpaarnasen entstanden während der Primordialzeit aus den Schädellosen dadurch, daß das vordere Ende des Rückenmarks sich zum Gehirn und dasjenige des Rückenstrangs zum Schädel entwickelte. Der sichere Beweis, daß solche unpaarnasige und kieferlose Vorfahren des Menschen existirten, liegt in der „vergleichenden Anatomie der Myxinoiden".

### Elfte Stufe: Urfische (Selachii).

Die Urfisch-Ahnen zeigten unter allen uns bekannten Wirbelthieren wahrscheinlich die meiste Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden Haifischen (Squalacei) (S. 518). Sie entstanden aus Unpaarnasen durch Theilung der unpaaren Nase in zwei paarige Seitenhälften, durch Bildung eines sympathischen Nervennetzes, eines Kieferskelets, einer Schwimmblase und zweier Beinpaare (Brustflossen oder Vorderbeine, und Bauchflossen oder Hinterbeine). Die innere Organisation dieser Stufe wird im Ganzen derjenigen der niedersten uns bekannten Haifische entsprochen haben; doch war die Schwimmblase, die bei diesen nur als Rudiment noch existirt, stärker entwickelt. Sie lebten bereits in der Silurzeit, wie sich aus den fossilen silurischen Haifisch-Resten (Zähnen und Flossenstacheln) ergiebt. Den sicheren Beweis, daß die silurischen Ahnen des Menschen und aller anderen

Paarnasen den Selachiern nächst verwandt waren, liefert die vergleichende Anatomie der letzteren. Sie zeigt, daß die Organisations-Verhältnisse aller Amphirhinen sich aus denjenigen der Selachier ableiten lassen.

### Zwölfte Stufe: Lurchfische (Dipneusta).

Unsere zwölfte Ahnenstufe wird durch Wirbelthiere gebildet, welche wahrscheinlich eine entfernte Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden Molchfischen (Ceratodus, Protopterus, Lepidosiren, S. 521) besaßen. Sie entstanden aus den Urfischen (wahrscheinlich in der Devonzeit, im Beginn der Primärzeit) durch Anpassung an das Landleben und Umbildung der Schwimmblase zu einer luftathmenden Lunge, sowie der Nasengruben (welche nunmehr in die Mundhöhle mündeten) zu Luftwegen. Mit dieser Stufe begann die Reihe der durch Lungen luftathmenden Vorfahren des Menschen. Ihre Organisation wird in mancher Hinsicht derjenigen des heutigen Ceratodus und Protopterus entsprochen haben, jedoch auch mannichfach verschieden gewesen sein. Sie lebten wohl schon im Beginn der devonischen Zeit. Den Beweis für ihre Existenz führt die vergleichende Anatomie, indem sie in den Dipneusten ein Mittelglied zwischen den Selachiern und Amphibien nachweist.

### Dreizehnte Stufe: Kiemenlurche (Sozobranchia).

Aus denjenigen Lurchfischen, welche wir als die Stammformen aller lungenathmenden Wirbelthiere betrachten, entwickelte sich als wichtigste Hauptlinie die Klasse der Lurche oder Amphibien (S. 513, 523). Mit ihnen begann die fünfzehige Fußbildung (die Pentadactylie), die sich von da auf die höheren Wirbelthiere und zuletzt auch auf den Menschen vererbte. Als unsere ältesten Vorfahren aus der Amphibien-Klasse sind die Kiemenlurche zu betrachten. Sie behielten neben den Lungen noch zeitlebens bleibende Kiemen, ähnlich dem heute noch lebenden Proteus und Axolotl (S. 525). Sie entstanden aus den Dipneusten durch Umbildung der rudernden Fischflossen zu fünfzehigen Beinen, und durch höhere Differenzirung ver-

schiedener Organe, namentlich der Wirbelsäule. Jedenfalls existirten sie um die Mitte der paläolithischen oder Primärzeit, vielleicht schon vor der Steinkohlenzeit. Denn fossile Amphibien finden sich schon in der Steinkohle. Den Beweis dafür, daß derartige Kiemenlurche zu unsern direkten Vorfahren gehörten, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Amphibien und Säugethiere.

Vierzehnte Stufe: **Schwanzlurche (Sozura).**

Auf unsere amphibischen Vorfahren, die zeitlebens ihre Kiemen behielten, folgten späterhin andere Amphibien, welche durch Metamorphose im späteren Alter die in der Jugend noch vorhandenen Kiemen verloren, aber den Schwanz behielten, ähnlich den heutigen Salamandern und Molchen (Tritonen, vergl. S. 525). Sie entstanden aus den Kiemenlurchen dadurch, daß sie sich daran gewöhnten, nur noch in der Jugend durch Kiemen, im späteren Alter aber bloß durch Lungen zu athmen. Wahrscheinlich lebten sie schon in der zweiten Hälfte der Primärzeit, während der permischen Periode, vielleicht schon während der Steinkohlenzeit. Der Beweis für ihre Existenz liegt darin, daß die Schwanzlurche ein nothwendiges Mittelglied zwischen der vorigen und der folgenden Stufe bilden.

Fünfzehnte Stufe: **Uramnioten (Protamnia).**

Als Protamnion haben wir früher die gemeinsame Stammform der drei höheren Wirbelthierklassen bezeichnet, aus welcher als zwei divergente Zweige die Proreptilien einerseits, die Promammalien andrerseits sich entwickelten (S. 528). Sie entstand aus unbekannten Schwanzlurchen durch gänzlichen Verlust der Kiemen, Bildung des Amnion, der Schnecke und des runden Fensters im Gehörorgan, und der Thränenorgane. Ihre Entstehung fällt wahrscheinlich in den Beginn der mesolithischen oder Sekundärzeit, vielleicht schon gegen das Ende der Primärzeit, in die permische Periode. Der sichere Beweis für ihre einstmalige Existenz liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Amnionthiere. Denn alle Reptilien, Vögel und Säugethiere mit Inbegriff des Menschen stim-

men in so zahlreichen wichtigen Eigenthümlichkeiten überein, daß sie mit voller Sicherheit als Descendenten einer einzigen gemeinsamen Stammform, des Protamnion, zu erkennen sind.

Sechszehnte Stufe: **Stammsäuger (Promammalia).**

Unter unseren Vorfahren von der sechszehnten bis zur zweiundzwanzigsten Stufe wird uns bereits heimischer zu Muthe. Sie gehören alle der großen und wohlbekannten Klasse der Säugethiere an, deren Grenzen auch wir selbst bis jetzt noch nicht überschritten haben. Die gemeinsame, längst ausgestorbene und unbekannte Stammform aller Säugethiere, die wir als Promammale bezeichneten, stand jedenfalls unter allen jetzt noch lebenden Thieren dieser Klasse den Schnabelthieren oder Ornithostomen am nächsten (Ornithorhynchus, Echidna, S. 538). Jedoch war sie von letzteren durch vollständige Bezahnung des Gebisses verschieden. Die Schnabelbildung der heutigen Schnabelthiere ist jedenfalls als ein später entstandener Anpassungscharakter zu betrachten. Die Promammalien entstanden aus den Protamnien (wahrscheinlich erst im Beginn der Sekundärzeit, in der Trias-Periode) durch mancherlei Fortschritte in der inneren Organisation, sowie durch Umbildung der Epidermisschuppen zu Haaren und Bildung einer Milchdrüse, welche Milch zur Ernährung der Jungen lieferte. Der sichere Beweis dafür, daß die Promammalien, als die gemeinsamen Stammformen aller Säugethiere, auch zu unseren Ahnen gehörten, liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Säugethiere und des Menschen.

Siebzehnte Stufe: **Beutelthiere (Marsupialia).**

Die drei Unterklassen der Säugethiere stehen, wie wir früher sahen, der Art im Zusammenhang, daß die Beutelthiere sowohl in anatomischer, als auch in ontogenetischer und phylogenetischer Beziehung den unmittelbaren Uebergang zwischen den Monotremen und Placentalthieren vermitteln (S. 549). Daher müssen sich auch Vorfahren des Menschen unter den Beutelthieren befunden haben. Sie entstanden aus den Monotremen, zu denen auch die Stammsäu-

ger oder Promammalien gehörten, durch Trennung der Kloake in Mastdarm und Urogenitalsinus, durch Bildung einer Brustwarze an der Milchdrüse, und durch theilweise Rückbildung der Schlüsselbeine. Die ältesten Beutelthiere lebten jedenfalls bereits in der Jura-Periode (vielleicht schon in der Trias-Zeit) und durchliefen während der Kreidezeit eine Reihe von Stufen, welche die Entstehung der Placentalien vorbereiteten. Den sicheren Beweis für unsere Abstammung von Beutelthieren, welche den heute noch lebenden Opossum und Känguruh im wesentlichen inneren Bau nahe standen, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Säugethiere.

Achtzehnte Stufe: **Halbaffen (Prosimiae).**

Eine der wichtigsten und interessantesten Ordnungen unter den Säugethieren bildet, wie wir schon früher sahen, die kleine Gruppe der Halbaffen. Sie enthält die unmittelbaren Stammformen der echten Affen, und somit auch des Menschen. Unsere Halbaffen-Ahnen besaßen vermuthlich nur ziemlich entfernte äußere Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden kurzfüßigen Halbaffen (**Brachytarsi**), namentlich den **Maki**, Indri und Lori (S. 558). Sie entstanden (wahrscheinlich im Beginn der caenolithischen oder Tertiärzeit) aus unbekannten, den Beutelratten verwandten Beutelthieren durch Bildung einer Placenta, Verlust des Beutels und der Beutelknochen, und stärkere Entwickelung des Schwielenkörpers im Gehirn. Der sichere Beweis, daß die echten Affen, und somit auch unser eigenes Geschlecht, direkt von den Halbaffen herkommen, ist in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Placentalthiere zu suchen.

Neunzehnte Stufe: **Schwanzaffen (Menocerca).**

Unter den beiden Abtheilungen der echten Affen, die sich aus den Halbaffen entwickelten, besitzt nur diejenige der Schmalnasen oder Katarhinen nähere Blutsverwandtschaft mit dem Menschen. Unsere älteren Vorfahren aus dieser Gruppe waren vielleicht ähnlich den heute noch lebenden Nasenaffen und Schlankaffen (Semnopithecus), mit demselben Gebiß und derselben Schmalnase wie der Mensch;

aber noch mit dichtbehaartem Körper und einem langen Schwanze (S. 571). Diese geschwänzten schmalnasigen Affen (Catarhina menocerca) entstanden aus den Halbaffen durch Umbildung des Gebisses und Verwandlung der Krallen an den Zehen in Nägel, wahrscheinlich schon in der älteren Tertiärzeit. Der sichere Beweis für unsere Abstammung von geschwänzten Katarhinen liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Affen und Menschen.

Zwanzigste Stufe: **Menschenaffen (Anthropoides).**

Unter allen heute noch lebenden Affen stehen dem Menschen am nächsten die großen schwanzlosen Schmalnasen, der Orang und Gibbon in Asien, der Gorilla und Schimpanse in Afrika. Diese Menschenaffen oder Anthropoiden entstanden wahrscheinlich während der mittleren Tertiärzeit, in der miocaenen Periode. Sie entwickelten sich aus den geschwänzten Katarhinen der vorigen Stufe, mit denen sie im Wesentlichen übereinstimmen, durch Verlust des Schwanzes, theilweisen Verlust der Behaarung und überwiegende Entwickelung des Gehirntheiles über den Gesichtstheil des Schädels. Direkte Vorfahren des Menschen sind unter den heutigen Anthropoiden nicht mehr zu suchen, wohl aber unter den unbekannten ausgestorbenen Menschenaffen der Miocaenzeit. Den sicheren Beweis für die frühere Existenz derselben liefert die vergleichende Anatomie der Menschenaffen und der Menschen.

Einundzwanzigste Stufe: **Affenmenschen (Pithecanthropi).**

Obwohl die vorhergehende Ahnenstufe den echten Menschen bereits so nahe steht, daß man kaum noch eine vermittelnde Zwischenstufe anzunehmen braucht, können wir als eine solche dennoch die sprachlosen Urmenschen (Alali) betrachten. Diese Affenmenschen oder Pithekanthropen lebten wahrscheinlich erst gegen Ende der Tertiärzeit. Sie entstanden aus den Menschenaffen oder Anthropoiden durch die vollständige Angewöhnung an den aufrechten Gang und die dem entsprechende stärkere Differenzirung der beiden Beinpaare. Die „Vorderhand" der Anthropoiden wurde bei ihnen zur Menschen-

hand, die „Hinterhand" dagegen zum Gangfuß. Obgleich diese Affenmenschen so nicht bloß durch ihre äußere Körperbildung, sondern auch durch ihre innere Geistesentwickelung dem eigentlichen Menschen schon viel näher als die Menschenaffen gestanden haben werden, fehlte ihnen dennoch das eigentliche Hauptmerkmal des Menschen, die articulirte menschliche Wortsprache und die damit verbundene Entwickelung des höheren Selbstbewußtseins und der Begriffsbildung. Der sichere Beweis, daß solche sprachlose Urmenschen oder Affenmenschen dem sprechenden Menschen vorausgegangen sein müssen, ergiebt sich für den denkenden Menschen aus der vergleichenden Sprachforschung (aus der „vergleichenden Anatomie" der Sprache), und namentlich aus der Entwickelungsgeschichte der Sprache, sowohl bei jedem Kinde („glottische Ontogenese"), als bei jedem Volke („glottische Phylogenese").

Zweiundzwanzigste Stufe: **Menschen (Homines).**

Die echten Menschen entwickelten sich aus den Affenmenschen der vorhergehenden Stufe durch die allmählige Ausbildung der thierischen Lautsprache zur gegliederten oder articulirten Wortsprache. Mit der Entwickelung dieser Funktion ging natürlich diejenige ihrer Organe, die höhere Differenzirung des Kehlkopfs und des Gehirns, Hand in Hand. Der Uebergang von den sprachlosen Affenmenschen zu den echten oder sprechenden Menschen erfolgte wahrscheinlich erst im Beginn der Quartärzeit oder der Diluvial-Periode, vielleicht aber auch schon früher, in der jüngeren Tertiärzeit. Da nach der übereinstimmenden Ansicht der meisten bedeutenden Sprachforscher nicht alle menschlichen Sprachen von einer gemeinsamen Ursprache abzuleiten sind, so müssen wir einen mehrfachen Ursprung der Sprache und dem entsprechend auch einen mehrfachen Uebergang von den sprachlosen Affenmenschen zu den echten, sprechenden Menschen annehmen.

# Ahnenreihe des menschlichen Stammbaums.

MN = Grenze zwischen den wirbellosen Ahnen und den Wirbelthier-Ahnen.

| Zeitalter der organischen Erdgeschichte | Geologische Perioden der organischen Erdgeschichte | Thierische Ahnenstufen des Menschen | Lebende nächste Verwandte der Ahnenstufen |
|---|---|---|---|
| I. Archolithische oder Primordial-Zeit | 1. Laurentische Periode<br>2. Cambrische Periode<br>3. Silurische Periode<br>(Vergl. S. 352 und Taf. XIV nebst Erklärung) | 1. Moneren (Monera) | Protogenes Protamoeba |
| | | 2. Einzellige Urthiere | Einfache Amoeben (Autamoebae) |
| | | 3. Vielzellige Urthiere | Amoebengemeinden (Synamoebia) |
| | | 4. Flimmerschwärmer (Planaeada) | Planula-Larven |
| | | 5. Urdarmthiere (Gastraeada) | Gastrula-Larven |
| | | 6. Urwürmer (Archelminthes) | Strudelwürmer (Turbellaria) |
| | | 7. Weichwürmer (Scolecida) | ? zwischen den Strudelwürmern und Seescheiden |
| | | 8. Chordathiere (Chordonia) | Seescheiden (Ascidiae) |
| | | M ---------- N | |
| | | 9. Schädellose (Acrania) | Lanzetthiere (Amphioxi) |
| | | 10. Unpaarnasen (Monorhina) | Lampreten (Petromyzontes) |
| | | 11. Urfische (Selachii) | Haifische (Squalacei) |
| II. Palaeolithische oder Primär-Zeit | 4. Devon-Periode<br>5. Steinkohlen-Periode<br>6. Permische Periode | 12. Lurchfische (Dipneusta) | Molchfische (Protoptera) |
| | | 13. Kiemenlurche (Sozobranchia) | Olm (Proteus) Axolotl (Siredon) |
| | | 14. Schwanzlurche (Sozura) | Wassermolche (Tritones) |
| III. Mesolithische oder Sekundär-Zeit | 7. Trias-Periode<br>8. Jura-Periode<br>9. Kreide-Periode | 15. Uramnioten (Protamnia) | ? zwischen den Schwanzlurchen und Ursäugern |
| | | 16. Ursäuger (Promammalia) | Schnabelthiere (Monotrema) |
| | | 17. Beutelthiere (Marsupialia) | Beutelratten (Didelphyes) |
| IV. Caenolithische oder Tertiär-Zeit | 10. Eocaen-Periode<br>11. Miocaen-Periode<br>12. Pliocaen-Periode | 18. Halbaffen (Prosimiae) | Lori (Stenops) Maki (Lemur) |
| | | 19. Geschwänzte Katarhinen | Nasenaffen, Schlankaffen |
| | | 20. Menschenaffen oder schwanzlose Katarhinen | Gorilla, Schimpanse, Orang, Gibbon |
| | | 21. Sprachlose Menschen oder Affenmenschen | Taubstumme, Kretinen und Microcephalen |
| V. Quartär-Zeit | 13. Diluvial-Periode<br>14. Alluvial-Periode | 22. Sprechende Menschen | Australier und Papuas |

# Dreiundzwanzigster Vortrag.

## Wanderung und Verbreitung des Menschengeschlechts. Menschenarten und Menschenrassen.

---

Alter des Menschengeschlechts. Ursachen der Entstehung desselben. Der Ursprung der menschlichen Sprache. Einstämmiger (monophyletischer) und vielstämmiger (polyphyletischer) Ursprung des Menschengeschlechts. Abstammung der Menschen von vielen Paaren. Klassifikation der Menschenrassen. System der zwölf Menschenarten. Wollhaarige Menschen oder Ulotrichen. Büschelhaarige (Papuas, Hottentotten). Vließhaarige (Kaffern, Neger). Schlichthaarige Menschen oder Lissotrichen. Straffhaarige (Australier, Malayen, Mongolen, Arktiker, Amerikaner). Lockenhaarige (Dravidas, Nubier, Mittelländer). Bevölkerungszahlen. Urheimath des Menschen (Südasien oder Lemurien). Beschaffenheit des Urmenschen. Zahl der Ursprachen (Monoglottonen und Polyglottonen). Divergenz und Wanderung des Menschengeschlechts. Geographische Verbreitung der Menschenarten.

Meine Herren! Der reiche Schatz von Kenntnissen, welchen wir in der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere besitzen, gestattet uns schon jetzt, die wichtigsten Grundzüge des menschlichen Stammbaums in der Weise festzustellen, wie es in den letzten Vorträgen geschehen ist. Dessen ungeachtet dürfen Sie aber nicht erwarten, die menschliche Stammesgeschichte oder Phylogenie, die fortan die Grundlage der Anthropologie und somit auch aller anderen Wissenschaften bilden wird, in allen Einzelnheiten jetzt schon befriedigend übersehen zu können. Vielmehr muß der Ausbau dieser wichtigsten Wissenschaft, zu der wir nun den ersten Grund le-

gen können, den genaueren und eingehenderen Forschungen der Zukunft vorbehalten bleiben. Das gilt auch von denjenigen specielleren Verhältnissen der menschlichen Phylogenie, auf welche wir jetzt schließlich noch einen flüchtigen Blick werfen wollen, nämlich von den Fragen nach Zeit und Ort der Entstehung des Menschengeschlechts, sowie der verschiedenen Arten und Rassen, in welche sich dasselbe differenzirt hat.

Was zunächst den Zeitraum der Erdgeschichte betrifft, innerhalb dessen langsam und allmählich die Umbildung der menschenähnlichsten Affen zu den affenähnlichsten Menschen statt fand, so läßt sich dieser natürlich nicht nach Jahren, auch nicht nach Jahrhunderten bestimmen. Nur das können wir aus den, in den letzten Vorträgen angeführten Gründen mit voller Sicherheit behaupten, daß der Mensch jedenfalls von placentalen Säugethieren abstammt. Da aber von diesen Placentalthieren versteinerte Reste nur in den tertiären Gesteinen gefunden werden, so kann auch das Menschengeschlecht frühestens innerhalb der Tertiärzeit aus den vervollkommneten Menschenaffen sich entwickelt haben. Das Wahrscheinlichste ist, daß dieser wichtigste Vorgang in der irdischen Schöpfungsgeschichte gegen Ende der Tertiärzeit stattfand, also in der pliocenen, vielleicht schon in der miocenen Periode, vielleicht aber auch erst im Beginn der Diluvialzeit. Jedenfalls lebte der Mensch als solcher in Mitteleuropa schon während der Diluvialzeit, gleichzeitig mit vielen großen, längst ausgestorbenen Säugethieren, namentlich dem diluvialen Elephanten oder Mammuth (Elephas primigenius), dem wollhaarigen Nashorn (Rhinoceros tichorhinus), dem Riesenhirsch (Cervus euryceros), dem Höhlenbär (Ursus spelaeus), der Höhlenhyäne (Hyaena spelaea), dem Höhlentiger (Felis spelaea) ꝛc. Die Resultate, welche die neuere Geologie und Archäologie über diesen fossilen Menschen der Diluvialzeit und seine thierischen Zeitgenossen an das Licht gefördert hat, sind vom höchsten Interesse. Da aber eine eingehende Betrachtung derselben den uns gesteckten Raum bei weitem überschreiten würde, so begnüge ich mich hier damit, ihre hohe

Bedeutung im Allgemeinen hervorzuheben, und verweise Sie bezüglich des Besonderen auf die zahlreichen Schriften, welche in neuester Zeit über die Urgeschichte des Menschen erschienen sind, namentlich auf die vortrefflichen Werke von Charles Lyell[30]), Carl Vogt[27]), Friedrich Rolle[28]), John Lubbock[44]), L. Büchner[43]) u. s. w.

Die zahlreichen interessanten Entdeckungen, mit denen uns diese ausgedehnten Untersuchungen der letzten Jahre über die Urgeschichte des Menschengeschlechts beschenkt haben, stellen die wichtige (auch aus vielen anderen Gründen schon längst wahrscheinliche) Thatsache außer Zweifel, daß die Existenz des Menschengeschlechts als solchen jedenfalls auf mehr als zwanzigtausend Jahre zurückgeht. Wahrscheinlich sind aber seitdem mehr als hunderttausend Jahre, vielleicht viele Hunderte von Jahrtausenden verflossen, und es muß im Gegensatz dazu sehr komisch erscheinen, wenn noch heute unsere Kalender die „Erschaffung der Welt nach Calvisius" vor 5821 Jahren geschehen lassen.

Mögen Sie nun den Zeitraum, während dessen das Menschengeschlecht bereits als solches existirte und sich über die Erde verbreitete, auf zwanzigtausend, oder auf hunderttausend, oder auf viele hunderttausend Jahre anschlagen, jedenfalls ist derselbe verschwindend gering gegen die unfaßbare Länge der Zeiträume, welche für die stufenweise Entwickelung der langen Ahnenkette des Menschen erforderlich waren. Das geht schon hervor aus der sehr geringen Dicke, welche alle diluvialen Ablagerungen im Verhältniß zu den tertiären, und diese wiederum im Verhältniß zu den vorhergegangenen besitzen (vergl. S. 352). Aber auch die unendlich lange Reihe der schrittweise sich langsam entwickelnden Thiergestalten, von dem einfachsten Moner bis zum Amphioxus, von diesem bis zum Urfisch, vom Urfisch bis zum ersten Säugethiere und von diesem wiederum bis zum Menschen, erheischt zu ihrer historischen Entwickelung eine Reihenfolge von Zeiträumen, die wahrscheinlich viele Millionen von Jahrtausenden umfassen (vergl. S. 115).

Diejenigen Entwickelungsvorgänge, welche zunächst die Entstehung der affenähnlichsten Menschen aus den menschenähnlichsten Affen

veranlaßten, sind in zwei Anpassungsthätigkeiten der letzteren zu suchen, welche vor allen anderen die Hebel zur Menschwerdung waren: der aufrechte Gang und die gegliederte Sprache. Diese beiden physiologischen Funktionen entstanden nothwendig zugleich mit zwei entsprechenden morphologischen Umbildungen, mit denen sie in der engsten Wechselwirkung stehen, nämlich Differenzirung der beiden Gliedmaßenpaare und Differenzirung des Kehlkopfs. Die wichtige Vervollkommnung dieser Organe und ihrer Functionen mußte aber drittens nothwendig auf die Differenzirung des Gehirns und der davon abhängigen Seelenthätigkeiten mächtig zurückwirken, und damit war der Weg für die unendliche Laufbahn eröffnet, in welcher sich seitdem der Mensch fortschreitend entwickelt, und seine thierischen Vorfahren so weit überflügelt hat. (Gen. Morph. II, 430.)

Als den ersten und ältesten Fortschritt von diesen drei mächtigen Entwickelungsbewegungen des menschlichen Organismus haben wir wohl die höhere Differenzirung und Vervollkommnung der Extremitäten hervorzuheben, welche durch die Gewöhnung an den aufrechten Gang herbeigeführt wurde. Indem die Vorderfüße immer ausschließlicher die Funktion des Greifens und Betastens, die Hinterfüße dagegen immer ausschließlicher die Funktion des Auftretens und Gehens übernahmen und beibehielten, bildete sich jener Gegensatz zwischen Hand und Fuß aus, welcher zwar dem Menschen nicht ausschließlich eigenthümlich, aber doch viel stärker bei ihm entwickelt ist, als bei den menschenähnlichsten Affen. Diese Differenzirung der vorderen und hinteren Extremität war aber nicht allein für ihre eigene Ausbildung und Vervollkommnung höchst vortheilhaft, sondern sie hatte zugleich eine ganze Reihe von sehr wichtigen Veränderungen in der übrigen Körperbildung im Gefolge. Die ganze Wirbelsäule, namentlich aber Beckengürtel und Schultergürtel, sowie die dazu gehörige Muskulatur, erlitten dadurch diejenigen Umbildungen, durch welche sich der menschliche Körper von demjenigen der menschenähnlichsten Affen unterscheidet. Wahrscheinlich vollzogen

sich diese Umbildungen schon lange vor Entstehung der gegliederten Sprache, und es existirte das Menschengeschlecht schon geraume Zeit mit seinem aufrechten Gange und der dadurch herbeigeführten charakteristischen menschlichen Körperform, ehe sich die eigentliche Ausbildung der menschlichen Sprache und damit der zweite und wichtigere Theil der Menschwerdung vollzog. Wir können daher wohl mit Recht als eine besondere (21ste) Stufe unserer menschlichen Ahnenreihe den sprachlosen Menschen (Alalus) oder Affenmenschen (Pithecanthropus) unterscheiden, welcher zwar körperlich dem Menschen in allen wesentlichen Merkmalen schon gleichgebildet, aber noch ohne den Besitz der gegliederten Wortsprache war.

Die Entstehung der gegliederten Wortsprache, und die damit verbundene höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Kehlkopfs haben wir erst als die spätere, zweite und wichtigste Stufe in dem Entwickelungsvorgang der Menschwerdung zu betrachten. Sie war es ohne Zweifel, welche vor allem die tiefe Kluft zwischen Mensch und Thier schaffen half, und welche zunächst auch die bedeutendsten Fortschritte in der Seelenthätigkeit und der damit verbundenen Vervollkommnung des Gehirns veranlaßte. Allerdings existirt eine Sprache als Mittheilung von Empfindungen, Bestrebungen und Gedanken auch bei sehr vielen Thieren, theils als Gebärdensprache oder Zeichensprache, theils als Tastsprache oder Berührungssprache, theils als Lautsprache oder Tonsprache. Allein eine wirkliche Wortsprache oder Begriffssprache, eine sogenannte „gegliederte oder artikulirte" Sprache, welche die Laute durch Abstraction zu Worten umbildet und die Worte zu Sätzen verbindet, ist, so viel wir wissen, ausschließliches Eigenthum des Menschen.

Mehr als alles Andere mußte die Entstehung der menschlichen Sprache veredelnd und umbildend auf das menschliche Seelenleben und somit auf das Gehirn einwirken. Die höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Gehirns, und des Geisteslebens als der höchsten Funktion des Gehirns, entwickelte sich in unmittelbarer Wechselwirkung mit seiner Aeußerung durch die

Sprache. Daher konnten die bedeutendſten Vertreter der vergleichenden Sprachforſchung in der Entwickelung der menſchlichen Sprache mit Recht den wichtigſten Scheidungsprozeß des Menſchen von ſeinen thieriſchen Vorfahren erblicken. Dies hat namentlich Auguſt Schleicher in ſeinem Schriftchen „Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeſchichte des Menſchen" hervorgehoben [34]). In dieſem Verhältniß iſt einer der engſten Berührungspunkte zwiſchen der vergleichenden Zoologie und der vergleichenden Sprachkunde gegeben, und hier ſtellt die Entwickelungstheorie für die letztere die Aufgabe, den Urſprung der Sprache Schritt für Schritt zu verfolgen. Dieſe eben ſo intereſſante als wichtige Aufgabe iſt in neueſter Zeit von mehreren Seiten mit Glück in Angriff genommen worden, ſo insbeſondere von Lazarus Geiger und Wilhelm Bleek, welcher ſeit vielen Jahren in Südafrika mit dem Studium der Sprachen der niederſten Menſchenraſſen beſchäftigt und dadurch beſonders zur Löſung dieſer Frage befähigt iſt. Wie ſich die verſchiedenen Sprachformen, gleich allen anderen organiſchen Formen und Funktionen, durch den Prozeß der natürlichen Züchtung entwickelt, und in viele Arten und Abarten zerſplittert haben, hat namentlich Auguſt Schleicher der Selectionstheorie entſprechend erörtert [6]).

Den Prozeß der Sprachbildung ſelbſt hier weiter zu verfolgen, haben wir keinen Raum, und ich verweiſe Sie in dieſer Beziehung namentlich auf die wichtige, eben erwähnte Schrift von Wilhelm Bleek „über den Urſprung der Sprache" [35]). Dagegen müſſen wir noch eines der wichtigſten hierauf bezüglichen Reſultate der vergleichenden Sprachforſchung hervorheben, welches für den Stammbaum der Menſchenarten von höchſter Bedeutung iſt, daß nämlich die menſchliche Sprache wahrſcheinlich einen vielheitlichen oder polyphyletiſchen Urſprung hat. Die menſchliche Sprache als ſolche entwickelte ſich wahrſcheinlich erſt, nachdem die Gattung des ſprachloſen Urmenſchen oder Affenmenſchen in mehrere Arten oder Species auseinander gegangen war. Bei jeder von dieſen Menſchenarten, und vielleicht ſelbſt bei verſchiedenen Unterarten und Abarten

dieser Species, entwickelte sich die Sprache selbstständig und unabhängig von den andern. Wenigstens giebt Schleicher, eine der ersten Autoritäten auf diesem Gebiete, an, daß „schon die ersten Anfänge der Sprache, im Laute sowohl als nach den Begriffen und Anschauungen, welche lautlich reflektirt wurden, und ferner nach ihrer Entwickelungsfähigkeit, verschieden gewesen sein müssen. Denn es ist positiv unmöglich, alle Sprachen auf eine und dieselbe Ursprache zurückzuführen. Vielmehr ergeben sich der vorurtheilsfreien Forschung so viele Ursprachen, als sich Sprachstämme unterscheiden lassen“ [84]). Ebenso nehmen auch Friedrich Müller[42]) und andere bedeutende Linguisten eine selbstständige und unabhängige Entstehung der Sprachstämme und ihrer Ursprachen an. Bekanntlich entsprechen aber die Grenzen dieser Sprachstämme und ihrer Verzweigungen keineswegs immer den Grenzen der verschiedenen Menschenarten oder sogenannten „Rassen“, welche wir auf Grund körperlicher Charaktere im Menschengeschlecht unterscheiden. Hierin, sowie in den verwickelten Verhältnissen der Rassenmischung und der vielfältigen Bastardbildung, liegt die große Schwierigkeit, welche die weitere Verfolgung des menschlichen Stammbaums in seine einzelnen Zweige, die Arten, Rassen, Abarten u. s. w., darbietet.

Trotz dieser großen und bedenklichen Schwierigkeiten können wir nicht umhin, hier noch einen flüchtigen Blick auf diese weitere Verzweigung des menschlichen Stammbaums zu werfen und dabei die viel besprochene Frage vom einheitlichen oder vielheitlichen Ursprung des Menschengeschlechts, seinen Arten oder Rassen, vom Standpunkte der Descendenztheorie aus zu beleuchten. Bekanntlich stehen sich in dieser Frage seit langer Zeit zwei große Parteien gegenüber, die Monophyleten und Polyphyleten. Die Monophyleten (oder Monogenisten) behaupten den einheitlichen Ursprung und die Blutsverwandtschaft aller Menschenarten. Die Polyphyleten (oder Polygenisten) dagegen sind der Ansicht, daß die verschiedenen Menschenarten oder Rassen selbstständigen Ursprungs sind. Nach den vorhergehenden genealogischen Untersuchungen kann es Ihnen nicht zweifel-

haft sein, daß im weiteren Sinne jedenfalls die monophyletische Ansicht die richtige ist. Denn vorausgesetzt auch, daß die Umbildung menschenähnlicher Affen zu Menschen mehrmals stattgefunden hätte, so würden doch jene Affen selbst durch den einheitlichen Stammbaum der ganzen Affenordnung wiederum zusammenhängen. Es könnte sich daher immer nur um einen näheren oder entfernteren Grad der eigentlichen Blutsverwandtschaft handeln. Im engeren Sinne dagegen wird wahrscheinlich die polyphyletische Anschauung insofern Recht behalten, als die verschiedenen Ursprachen sich ganz unabhängig von einander entwickelt haben. Wenn man also die Entstehung der gegliederten Wortsprache als den eigentlichen Hauptakt der Menschwerdung ansieht, und die Arten des Menschengeschlechts nach ihrem Sprachstamme unterscheiden will, so könnte man sagen, daß die verschiedenen Menschenarten unabhängig von einander entstanden seien, indem verschiedene Zweige der aus den Affen unmittelbar entstandenen sprachlosen Urmenschen sich selbstständig ihre Ursprachen bildeten. Immerhin würden natürlich auch diese an ihrer Wurzel entweder weiter oben oder tiefer unten wieder zusammenhängen und also doch schließlich alle von einem gemeinsamen Urstamme abzuleiten sein.

Wenn wir nun an dieser letzteren Ueberzeugung allerdings festhalten, und wenn wir aus vielen Gründen der Ansicht sind, daß die verschiedenen Species der sprachlosen Urmenschen alle von einer gemeinsamen Affenmenschen-Form abstammen, so wollen wir damit natürlich nicht sagen, daß „alle Menschen von einem Paare abstammen." Diese letztere Annahme, welche unsere moderne indogermanische Bildung aus dem semitischen Mythus der mosaischen Schöpfungsgeschichte herübergenommen hat, ist auf keinen Fall haltbar. Der ganze berühmte Streit, ob das Menschengeschlecht von einem Paar abstammt oder nicht, beruht auf einer vollkommen falschen Fragestellung. Er ist ebenso sinnlos, wie der Streit, ob alle Jagdhunde oder alle Rennpferde von einem Paare abstammen. Mit demselben Rechte könnte man fragen, ob alle Deutschen oder alle Engländer

„von einem Paare abstammen" u. s. w. Ein „erstes Menschenpaar" oder ein „erster Mensch" hat überhaupt niemals existirt, so wenig es jemals ein erstes Paar oder ein erstes Individuum von Engländern, Deutschen, Rennpferden oder Jagdhunden gegeben hat. Immer erfolgt natürlich die Entstehung einer neuen Art aus einer bestehenden Art in der Weise, daß eine lange Kette von vielen verschiedenen Individuen an dem langsamen Umbildungsprozeß betheiligt ist. Angenommen, daß wir alle die verschiedenen Paare von Menschenaffen und Affenmenschen neben einander vor uns hätten, die zu den wahren Vorfahren des Menschengeschlechts gehören, so würde es doch ganz unmöglich sein, ohne die größte Willkür eines von diesen Affenmenschen-Paaren als „das erste Paar" zu bezeichnen. Ebensowenig kann man auch jede der zwölf Menschenrassen oder Species, die wir sogleich betrachten wollen, von einem „ersten Paare" ableiten.

Die Schwierigkeiten, denen wir bei der Klassifikation der verschiedenen Menschenrassen oder Menschenarten begegnen, sind ganz dieselben, welche uns die Systematik der Thier- und Pflanzenarten bereitet. Hier wie dort sind die scheinbar ganz verschiedenen Formen doch meistens durch eine Kette von vermittelnden Uebergangsformen mit einander verknüpft. Hier wie dort kann der Streit, was Art oder Species, und was Rasse oder Varietät ist, niemals entschieden werden. Bekanntlich nahm man seit Blumenbach an, daß das Menschengeschlecht in fünf Rassen oder Varietäten zerfalle, nämlich: 1) die äthiopische oder schwarze Rasse (afrikanische Neger); 2) die malayische oder braune Rasse (Malayen, Polynesier und Australier); 3) die mongolische oder gelbe Rasse (die Hauptbevölkerung Asiens und die Eskimos Nordamerikas); 4) die amerikanische oder rothe Rasse (die Ureinwohner Amerikas); und 5) die kaukasische oder weiße Rasse (Europäer, Nordafrikaner und Südwest-Asiaten). Diese fünf Menschenrassen sollten alle, der jüdischen Schöpfungssage entsprechend, „von einem Paare", Adam und Eva, abstammen, und demgemäß nur Varietäten einer Art oder Species sein. Indessen kann bei unbefangener Vergleichung kein Zweifel darüber existiren, daß die Unterschiede

dieſer fünf Raſſen eben ſo groß und noch größer ſind, als die „ſpecifiſchen Unterſchiede", auf deren Grund die Zoologen und Botaniker anerkannt gute Thier- und Pflanzenarten („bonae species") unterſcheiden. Mit Recht behauptet daher der treffliche Paläontologe Quenſtedt: „Wenn Neger und Kaukaſier Schnecken wären, ſo würden die Zoologen mit allgemeiner Uebereinſtimmung ſie für zwei ganz vortreffliche Species ausgeben, die nimmermehr durch allmähliche Abweichung von einem Paare entſtanden ſein könnten."

Die Merkmale, durch welche man gewöhnlich die Menſchenraſſen unterſcheidet, ſind theils der Haarbildung, theils der Hautfarbe, theils der Schädelbildung entnommen. In letzterer Beziehung unterſcheidet man als zwei extreme Formen Langköpfe und Kurzköpfe. Bei den Langköpfen (Dolichocephali), deren ſtärkſte Ausbildung ſich bei den Negern und Auſtraliern findet, iſt der Schädel langgeſtreckt, ſchmal, von rechts nach links zuſammengedrückt. Bei den Kurzköpfen (Brachycephali) dagegen iſt der Schädel umgekehrt von vorn nach hinten zuſammengedrückt, kurz und breit, wie es namentlich bei den Mongolen in die Augen ſpringt. Die zwiſchen beiden Extremen in der Mitte ſtehenden Mittelköpfe (Mesocephali) ſind namentlich bei den Amerikanern vorherrſchend. In jeder dieſer drei Gruppen kommen Schiefzähnige (Prognathi) vor, bei denen die Kiefer, wie bei der thieriſchen Schnauze, ſtark vorſpringen und die Vorderzähne daher ſchief nach vorn gerichtet ſind, und Gradzähnige (Orthognathi), bei denen die Kiefer wenig vorſpringen und die Vorderzähne ſenkrecht ſtehen. Man hat in den letzten zehn Jahren ſehr viel Mühe und Zeit an die genaueſte Unterſuchung und Meſſung der Schädelformen gewendet, ohne daß dieſe durch entſprechende Reſultate belohnt worden wären. Denn innerhalb einer einzigen Species, wie z. B. der mittelländiſchen, kann die Schädelform ſo variiren, daß man in derſelben extreme Gegenſätze findet. Viel beſſere Anhaltpunkte für die Klaſſifikation der menſchlichen Species liefert die Beſchaffenheit der Behaarung und der Sprache, weil dieſe ſich viel ſtrenger als die Schädelform vererben.

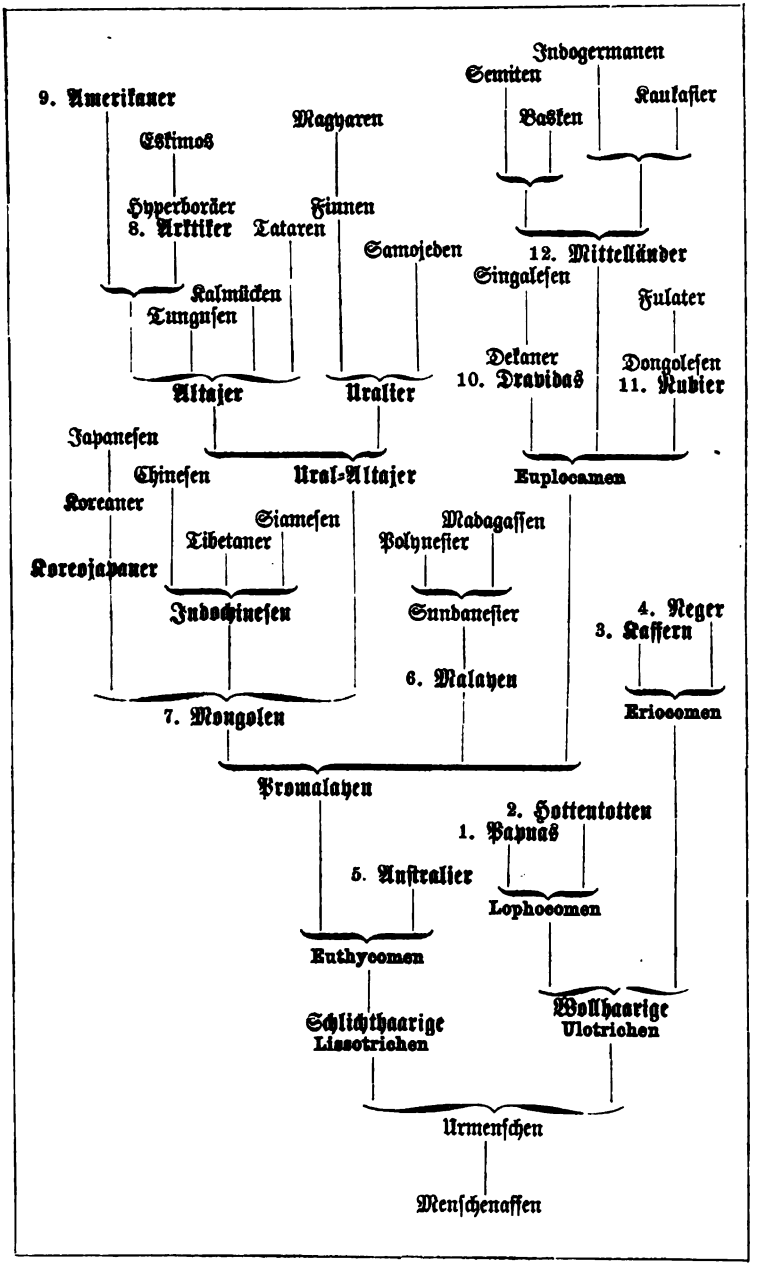
Insbeſondere ſcheint die vergleichende Sprachforſchung hier maßgebend zu werden. In der neueſten vortrefflichen Bearbeitung der Menſchenraſſen, welche der Wiener Sprachforſcher Friedrich Müller in ſeiner ausgezeichneten Ethnographie[42]) gegeben hat, iſt die Sprache mit Recht in den Vordergrund geſtellt. Demnächſt iſt die Beſchaffenheit des Kopfhaares von großer Bedeutung. An ſich allerdings ein untergeordneter morphologiſcher Charakter, ſcheint ſich dieſelbe dennoch ſtreng innerhalb der Raſſe zu vererben. Von den zwölf Menſchen-Species, die wir im Folgenden unterſcheiden (S. 604), zeichnen ſich die vier niederen Arten durch die wollige Beſchaffenheit der Kopfhaare aus; jedes Haar iſt bandartig abgeplattet und erſcheint daher auf dem Querſchnitt länglich rund. Wir können dieſe vier Arten von Wollhaarigen (Ulotriches) in zwei Gruppen bringen, in Büſchelhaarige und Vließhaarige. Bei den Büſchelhaarigen (Lophocomi), den Papuas und Hottentotten, wachſen die Kopfhaare, ungleichmäßig vertheilt, in kleinen Büſcheln. Bei den Vließhaarigen (Eriocomi) dagegen, den Kaffern und Negern, ſind die Wollhaare gleichmäßig über die ganze Kopfhaut vertheilt. Alle Ulotrichen oder Wollhaarigen ſind ſchiefzähnig und langköpfig. Die Farbe der Haut, des Haares und der Augen iſt ſtets ſehr dunkel. Alle ſind Bewohner der ſüdlichen Erdhälfte; nur in Afrika überſchreiten ſie den Aequator. Im Allgemeinen ſtehen ſie auf einer viel tieferen Entwickelungsſtufe und den Affen viel näher, als die meiſten Liſſotrichen oder Schlichthaarigen. Einer wahren inneren Kultur und einer höheren geiſtigen Durchbildung ſind die Ulotrichen unfähig, auch unter ſo günſtigen Anpaſſungsbedingungen, wie ſie ihnen jetzt in den vereinigten Staaten Nordamerikas geboten werden. Kein kraushaariges Volk hat jemals eine bedeutende „Geſchichte“ gehabt.

Bei den acht höheren Menſchenraſſen, die wir als Schlichthaarige (Lissotriches) zuſammenfaſſen, iſt das Kopfhaar niemals eigentlich wollig, auch wenn es bei einzelnen Individuen ſich ſtark kräuſelt. Jedes einzelne Haar iſt nämlich cylindriſch (nicht bandförmig) und daher auf dem Querſchnitt kreisrund (nicht länglich rund).

## Syſtematiſche Ueberſicht

der 12 Menſchen-Arten und ihrer 36 Raſſen. (Vergl. Taf. XV.)

| Species | Raſſe | Heimath | Einwanderung von |
|---|---|---|---|
| 1. Papua Homo papua | 1. Negritos | Malacca, Philippinen | Weſten |
| | 2. Neoguineer | Neuguinea | Weſten |
| | 3. Melaneſier | Melaneſien | Nordweſten |
| | 4. Tasmanier | Vandiemensland | Nordoſten |
| 2. Hottentotte H. hottentottus | 5. Hottentotten | Capland | Nordoſten |
| | 6. Buſchmänner | Capland | Nordoſten |
| 3. Kaffer Homo cafer | 7. Zulukaffern | Oeſtliches Südafrika | Norden |
| | 8. Beſchuanen | Centrales Südafrika | Nordoſten |
| | 9. Congokaffern | Weſtliches Südafrika | Oſten |
| 4. Neger Homo niger | 10. Tibu-Neger | Tibu-Land | Südoſten |
| | 11. Sudan-Neger | Sudan | Oſten |
| | 12. Senegambier | Senegambien | Oſten |
| | 13. Nigritier | Nigritien | Oſten |
| 5. Auſtralier H. australis | 14. Nordauſtralier | Nordauſtralien | Norden |
| | 15. Südauſtralier | Südauſtralien | Norden |
| 6. Malaye Homo malayus | 16. Sundaneſier | Sunda-Archipel | Weſten |
| | 17. Polyneſier | Paciſiſcher Archipel | Weſten |
| | 18. Madagaſſen | Madagascar | Oſten |
| 7. Mongole Homo mongolus | 19. Indochineſen | Tibet, China | Süden |
| | 20. Coreo-Japaner | Corea, Japan | Südweſten |
| | 21. Altajer | Mittelaſien, Nordaſien | Süden |
| | 22. Uralier | Nordweſtaſien, Nordeuropa, Ungarn | Südoſten |
| 8. Arktiker H. arcticus | 23. Hyperboräer | Nordöſtlichſtes Aſien | Südweſten |
| | 24. Eskimos | Nördlichſtes Amerika | Weſten |
| 9. Amerikaner Homo americanus | 25. Nordamerikaner | Nordamerika | Nordweſten |
| | 26. Mittelamerikaner | Mittelamerika | Norden |
| | 27. Südamerikaner | Südamerika | Norden |
| | 28. Patagonier | Südlichſtes Amerika | Norden |
| 10. Dravidas H. dravida | 29. Dekaner | Vorder-Indien | Oſten? |
| | 30. Singaleſen | Ceylon | Norden? |
| 11. Nubier H. nuba | 31. Dongoleſen | Nubien | Oſten |
| | 32. Fulater | Fula-Land (Mittelafrika) | Oſten |
| 12. Mittelländer Homo mediterraneus | 33. Kaukaſier | Kaukaſus | Südoſten |
| | 34. Basken | Nördlichſtes Spanien | Süden? |
| | 35. Semiten | Arabien, Nordafrika ꝛc. | Oſten |
| | 36. Indogermanen | Südweſtaſien, Europa ꝛc. | Südoſten |


Indogermanen
Semiten
Kaukasier
9. Amerikaner
Magyaren
Basken
Eskimos
Hyperboräer
8. Arktiker
Tataren
Finnen
Samojeden
12. Mittelländer
Singalesen
Kalmücken
Tungusen
Fulater
Dekaner
10. Dravidas
Dongolesen
11. Nubier
Altajer
Uralier
Japanesen
Chinesen
Ural-Altajer
Euplocamen
Koreaner
Siamesen
Madagassen
Tibetaner
Polynesier
Koreajapaner
Indochinesen
Sundanesier
4. Neger
3. Kaffern
6. Malayen
Eriocomen
7. Mongolen
Promalayen
2. Hottentotten
1. Papuas
5. Australier
Lophocomen
Euthycomen
Wollhaarige
Ulotrichen
Schlichthaarige
Lissotrichen
Urmenschen
Menschenaffen

Auch die acht lissotrichen Species können wir auf zwei Gruppen vertheilen: Straffhaarige und Lockenhaarige. Zu den Straffhaarigen (Euthycomi), bei denen das Kopfhaar ganz glatt und straff, nicht gekräuselt ist, gehören die Australier, Malayen, Mongolen, Arktiker und Amerikaner. Zu den Lockenhaarigen (Euplocami) dagegen, bei denen das Kopfhaar mehr oder weniger lockig und auch der Bart mehr als bei allen anderen Arten entwickelt ist, gehören die Dravidas, Nubier und Mittelländer. (Vergl. Taf. XV am Ende.)

Bevor wir nun den Versuch wagen, die phyletische Divergenz des Menschengeschlechts und den genealogischen Zusammenhang seiner verschiedenen Arten hypothetisch zu beleuchten, wollen wir eine kurze Schilderung der zwölf genannten Species und ihrer Verbreitung vorausschicken. Um die geographische Verbreitung derselben klar zu übersehen, müssen wir uns um drei oder vier Jahrhunderte zurückversetzen, in die Zeit, wo die indische Inselwelt und Amerika eben erst entdeckt war, und wo die gegenwärtige vielfache Mischung der Species, insbesondere die Ueberfluthung durch die indogermanische Rasse, noch nicht so vorgeschritten war. Wir beginnen, von den niedersten Stufen aufsteigend, mit den wollhaarigen Menschen (Ulotriches), welche sämmtlich prognathe Dolichocephalen sind.

Unter den jetzt noch lebenden Menschenarten steht der ursprünglichen Stammform der wollhaarigen Menschen am nächsten vielleicht der Papua (Homo papua). Diese Species bewohnt gegenwärtig nur noch die große Insel Neuguinea und den östlich davon gelegenen Archipel von Melanesien (die Salomons-Inseln, Neu-Kaledonien, die neuen Hebriden u. s. w.). Zerstreute Reste derselben finden sich aber auch noch im Innern der Halbinsel Malacca, sowie auf vielen anderen Inseln des großen pacifischen Archipels; meistens in den unzugänglichen gebirgigen Theilen des Innern, so namentlich auf den Philippinen. Auch die kürzlich ausgestorbenen Tasmanier oder die Bevölkerung von Vandiemsland gehörte zu dieser Art. Aus diesen und anderen Umständen geht hervor, daß die Papuas früher einen viel weiteren Verbreitungsbezirk im Südosten Asiens besaßen.

Sie wurden aus dieſem durch die Malayen verdrängt, und nach Oſten fortgeſchoben. Alle Papuas ſind von ſchwarzer Hautfarbe, die bald mehr in das Bräunliche, bald mehr in das Bläuliche ſpielt. Die krauſen Haare wachſen in Büſcheln, ſind ſpiralig gewunden, und oft über einen Fuß lang, ſo daß ſie eine mächtige, weit abſtehende wollige Perücke bilden. Das Geſicht zeigt unter einer ſchmalen, eingedrückten Stirn eine große aufgeſtülpte Naſe und dicke, aufgeworfene Lippen. Durch ihre eigenthümliche Haarbildung und Sprache unterſcheiden ſich die Papuas von ihren ſchlichthaarigen Nachbarn, ſowohl von den Malayen, als von den Auſtraliern ſo weſentlich, daß man ſie als eine ganz beſondere Species betrachten muß.

Den Papuas durch den büſcheligen Haarwuchs nahe verwandt, obwohl räumlich weit von ihnen geſchieden, ſind die Hottentotten (Homo hottentottus). Sie bewohnen ausſchließlich das ſüdlichſte Afrika, das Kapland und die nächſtangrenzenden Theile, und ſind hier von Nordoſten her eingewandert. Gleich ihren Stammesgenoſſen, den Papuas, nahmen auch die Hottentotten früher viel größeren Raum (wahrſcheinlich das ganze öſtliche Afrika) ein und gehen jetzt ihrem Ausſterben entgegen. Außer den eigentlichen Hottentotten, von denen jetzt nur noch die beiden Stämme der Koraka (im öſtlichen Kapland) und der Namaka (im weſtlichen Kapland) exiſtiren, gehören hierher auch die Buſchmänner (im gebirgigen Inneren des Kaplandes). Bei allen dieſen Hottentotten wächſt das krauſe Haar ebenſo in Büſcheln, wie bei den Papuas, ähnlich einer Bürſte. Beide Species ſtimmen auch darin überein, daß ſich im Geſäß des weiblichen Geſchlechts eine beſondere Neigung zur Anhäufung großer Fettmaſſen zeigt (Steatopygie). Die Hautfarbe der Hottentotten iſt aber viel heller, gelblich braun. Das ſehr platte Geſicht zeichnet ſich durch kleine Stirn und Naſe, aber große Naſenlöcher aus. Der Mund iſt ſehr breit, mit großen Lippen, das Kinn ſchmal und ſpitz. Die Sprache iſt durch viele ganz eigenthümliche Schnalzlaute ausgezeichnet.

Die nächſten Nachbarn und Verwandten der Hottentotten ſind

die Kaffern (Homo cafer). Dieſe kraushaarige Menſchenart unterſcheidet ſich jedoch, ebenſo wie die folgende (die echten Neger) von den Hottentotten und Papuas dadurch, daß das wollige Haar nicht büſchelweiſe vertheilt iſt, ſondern als dichtes Vließ den Kopf bedeckt. Die Farbe der Haut durchläuft alle Abſtufungen von dem gelblichen Braun der Hottentotten bis zu dem Braunſchwarz oder reinen Schwarz des echten Negers. Während man früher der Kafferrraſſe einen ſehr engen Verbreitungsbezirk anwies und ſie meiſt nur als eine Varietät des echten Negers betrachtete, zählt man dagegen jetzt zu dieſer Species faſt die geſammte Bevölkerung des äquatorialen Afrika von 20 Grad ſüdlicher bis 4 Grad nördlicher Breite, mithin alle Südafrikaner mit Ausſchluß der Hottentotten. Insbeſondere gehören dahin an der Oſtküſte die Zulu-, Zambeſi- und Moſambik-Völker, im Inneren die große Völkerfamilie der Beſchuanen oder Setſchuanen, und an der Weſtküſte die Herrero- und Congo-Stämme. Auch ſie ſind, wie die Hottentotten, von Nordoſten her eingewandert. Von den Negern, mit denen man die Kaffern gewöhnlich vereinigte, unterſcheiden ſie ſich ſehr weſentlich durch die Schädelbildung und die Sprache. Das Geſicht iſt lang und ſchmal, die Stirn hoch und gewölbt, die Naſe vorſpringend, oft gebogen, die Lippen nicht ſo ſtark aufgeworfen und das Kinn ſpitz. Die mannichfaltigen Sprachen der verſchiedenen Kaffern-Stämme laſſen ſich alle von einer ausgeſtorbenen Urſprache, der Bantu-Sprache, ableiten.

Der echte Neger (Homo niger) bildet gegenwärtig, nachdem man Kaffern, Hottentotten und Nubier von ihm abgetrennt hat, eine viel weniger umfangreiche Menſchen-Art, als man früher annahm. Es gehören dahin jetzt nur noch die Tibus im öſtlichen Theile der Sahara, die Sudan-Völker oder Sudaner, welche zunächſt im Süden dieſer großen Wüſte wohnen, und die Bevölkerung der weſtafrikaniſchen Küſtenländer, von der Mündung des Senegal im Norden, bis unterhalb der Niger-Mündung im Süden (Senegambier und Nigritier). Die echten Neger ſind demnach zwiſchen den Aequator und den nördlichen Wendekreis eingeſchloſſen, und haben dieſen letzteren nur

mit einem kleinen Theile der Tibu-Rasse im Osten überschritten. Innerhalb dieser Zone hat die Neger-Art sich von Osten her ausgebreitet. Die Hautfarbe der echten Neger ist stets ein mehr oder minder reines Schwarz. Die Haut ist sammetartig anzufühlen, und durch eine eigenthümliche übelriechende Ausdünstung ausgezeichnet. Während die Neger in der wolligen Behaarung des Kopfes mit den Kaffern übereinstimmen, unterscheiden sie sich von ihnen nicht unwesentlich durch die Gesichtsbildung. Die Stirn ist flacher und niedriger, die Nase breit und dick, nicht vorspringend, die Lippen stark wulstig aufgetrieben, und das Kinn sehr kurz. Ausgezeichnet sind ferner die echten Neger durch sehr dünne Waden und sehr lange Arme. Schon sehr frühzeitig muß sich diese Menschen-Species in viele einzelne Stämme zersplittert haben, da ihre zahlreichen und ganz verschiedenen Sprachen sich durchaus nicht auf eine Ursprache zurückführen lassen.

Den vier eben betrachteten wollhaarigen Menschen-Arten stehen nun als anderer Hauptzweig der Gattung die schlichthaarigen Menschen (Homines lissotriches) gegenüber. Von den acht Arten dieser letzteren lassen sich, wie wir sahen, fünf Species als Straffhaarige (Euthycomi) und drei Species als Lockenhaarige (Euplocami) zusammenfassen. Wir betrachten zunächst die ersteren, zu denen die Urbevölkerung von dem größten Theile Asiens und von ganz Amerika gehört.

Auf der tiefsten Stufe unter allen schlichthaarigen Menschen, und im Ganzen vielleicht unter allen noch lebenden Menschen-Arten stehen die Australier oder Australneger (Homo australis). Diese Species scheint ausschließlich auf die große Insel Australien beschränkt zu sein. Sie gleicht dem echten afrikanischen Neger durch die schwarze oder schwarzbraune und übelriechende Haut, durch die stark schiefzähnige und langköpfige Schädelform, die zurücktretende Stirn, breite Nase und dick aufgeworfene Lippen, sowie durch den fast gänzlichen Mangel der Waden. Dagegen unterscheiden sich die Australneger sowohl von den echten Negern, als von ihren nächsten Nachbarn, den

Papuas, durch viel ſchwächeren, feineren Knochenbau, und namentlich durch die Bildung des Kopfhaares, welches nicht wollig-kraus, ſondern entweder ganz ſchlicht oder nur ſchwach gelockt iſt. Die ſehr tiefe körperliche und geiſtige Ausbildungsſtufe der Auſtralier iſt zum Theil vielleicht nicht urſprünglich, ſondern durch Rückbildung, durch Anpaſſung an die ſehr ungünſtigen Exiſtenzbedingungen Auſtraliens entſtanden. Wahrſcheinlich ſind die Auſtralneger, als ein ſehr früh abgezweigter Aſt der Euthykomen, von Norden oder Nordweſten her in ihre gegenwärtige Heimath eingewandert. Vielleicht ſind ſie den Dravidas, und mithin den Euplokamen, näher verwandt als den übrigen Euthykomen. Die ganz eigenthümliche Sprache der Auſtralier zerſplittert ſich in ſehr zahlreiche kleine Zweige, die in eine nördliche und eine ſüdliche Abtheilung ſich gruppiren.

Eine genealogiſch wichtige, obwohl nicht umfangreiche Menſchen-Species bilden die Malayen (Homo malayus), die braune Menſchenraſſe der früheren Ethnographie. Eine ausgeſtorbene, ſüdaſiatiſche Menſchen-Art, welche den heutigen Malayen ſehr nahe ſtand, iſt wahrſcheinlich als die gemeinſame Stammform dieſer und der folgenden, höheren Menſchen-Arten anzuſehen. Wir wollen dieſe hypothetiſche Stammart als Urmalayen oder Promalayen bezeichnen. Die heutigen Malayen zerfallen in zwei weit zerſtreute Raſſen, in die Sundaneſier, welche Malakka und die Sunda-Inſeln (Sumatra, Java, Borneo ꝛc.) ſowie die Philippinen bevölkern, und die Polyneſier, welche über den größten Theil des paciſiſchen Archipels ausgebreitet ſind. Die nördliche Grenze ihres weiten Verbreitungsbezirks wird öſtlich von den Sandwich-Inſeln (Hawai), weſtlich von den Marianen-Inſeln (Ladronen) gebildet; die ſüdliche Grenze dagegen öſtlich von dem Mangareva-Archipel, weſtlich von Neuſeeland. Ein weit nach Weſten verſchlagener einzelner Zweig der Sundaneſier ſind die Bewohner von Madagascar. Dieſe weite pelagiſche Verbreitung der Malayen erklärt ſich aus ihrer beſonderen Neigung für das Schifferleben. Als ihre Urheimath iſt der ſüdöſtliche Theil des aſiatiſchen Feſtlandes zu betrachten, von wo aus ſie ſich

nach Osten und Süden verbreiteten und die Papuas vor sich her drängten. In der körperlichen Bildung stehen die Malayen unter den übrigen Arten den Mongolen am nächsten, ziemlich nahe aber auch den lockigen Mittelländern. Der Schädel ist meist kurzköpfig, seltener mittelköpfig, und sehr selten langköpfig. Das Haar ist schlicht und straff, oft jedoch etwas gelockt. Die Hautfarbe ist braun, bald mehr gelblich oder zimmtbraun, bald mehr röthlich oder kupferbraun, seltener dunkelbraun. In der Gesichtsbildung stehen die Malayen zum großen Theil in der Mitte zwischen den Mongolen und Mittelländern. Oft sind sie von letzteren kaum zu unterscheiden. Das Gesicht ist meist breit, mit vorspringender Nase und dicken Lippen, die Augen nicht so enggeschlitzt und schief, wie bei den Mongolen. Alle Malayen und Polynesier bezeugen ihre nahe Stammesverwandtschaft durch ihre Sprache, welche sich zwar schon frühzeitig in viele kleine Zweige zersplitterte, aber doch immer von einer gemeinsamen, ganz eigenthümlichen Ursprache ableitbar ist.

Die individuenreichste von allen Menschen-Arten bildet neben dem mittelländischen der mongolische Mensch (Homo mongolicus). Dahin gehören alle Bewohner des asiatischen Festlandes, mit Ausnahme der Hyperboräer im Norden, der wenigen Malayen im Südosten (Malakka), der Dravidas in Vorderindien, und der Mittelländer im Südwesten. In Europa ist diese Menschen-Art durch die Finnen und Lappen im Norden, die Magyaren in Ungarn und vielleicht einen Theil der Türken vertreten. Die Hautfarbe der Mongolen ist stets durch den gelben Grundton ausgezeichnet, bald heller erbsengelb oder selbst weißlich, bald dunkler braungelb. Das Haar ist immer straff und schwarz. Die Schädelform ist bei der großen Mehrzahl entschieden kurzköpfig (namentlich bei den Kalmücken, Baschkiren u. s. w.), häufig auch mittelköpfig (Tataren, Chinesen u. s. w.). Dagegen kommen echte Langköpfe unter ihnen gar nicht vor. In der runden Gesichtsbildung sind die enggeschlitzten, oft schief geneigten Augen auffallend, die stark vorstehenden Backenknochen, breite Nase und dicken Lippen. Die Sprache aller Mongolen läßt sich

wahrſcheinlich auf eine gemeinſame Urſprache zurückführen. Doch ſtehen ſich als zwei früh getrennte Hauptzweige die einſilbigen Sprachen der indo-chineſiſchen Raſſe und die mehrſilbigen Sprachen der übrigen mongoliſchen Raſſen gegenüber. Zu dem einſilbigen oder monoſyllaben Stamme der Indochineſen gehören die Tibetaner, Birmanen, Siameſen und Chineſen. Die übrigen, die vielſilbigen oder polyſyllaben Mongolen zerfallen in drei Raſſen, nämlich 1) die Koreo-Japaner (Koreaner und Japaneſen); 2) die Altaier (Tataren, Türken, Kirgiſen, Kalmücken, Burjäten, Tunguſen); und 3) die Uralier (Samojeden, Finnen). Von den Finnen ſtammt auch die magyariſche Bevölkerung Ungarns ab.

Als eine Abzweigung der mongoliſchen Menſchen-Art iſt der Polarmenſch (Homo arcticus) zu betrachten. Wir faſſen unter dieſer Bezeichnung die Bewohner der arktiſchen Polarländer in beiden Hemiſphären zuſammen, die Eskimos (und Grönländer) in Nordamerika, und die Hyperboräer im nordöſtlichen Aſien (Jukagiren, Tſchuktſchen, Kurjäken und Kamtſchadalen). Durch Anpaſſung an das Polarklima iſt dieſe Menſchenform ſo eigenthümlich umgebildet, daß man ſie wohl als Vertreter einer beſonderen Species betrachten kann. Ihre Statur iſt niedrig und unterſetzt, die Schädelform mittelköpfig oder ſogar langköpfig, die Augen eng und ſchief geſchlitzt, wie bei den Mongolen, auch die Backenknochen vorſtehend und der Mund breit. Das Haar iſt ſtraff und ſchwarz. Die Hautfarbe iſt heller oder dunkler bräunlich, bald faſt weißlich oder mehr gelb, wie bei den Mongolen, bald mehr röthlich, wie bei den Amerikanern. Die Sprachen der Polarmenſchen ſind noch wenig bekannt, jedoch ſowohl von den mongoliſchen, als von den amerikaniſchen verſchieden. Wahrſcheinlich ſind die Arktiker als zurückgebliebene und eigenthümlich angepaßte Zweige jenes Mongolen-Stammes zu betrachten, der aus dem nordöſtlichen Aſien nach Nordamerika hinüberwanderte und dieſen Erdtheil bevölkerte.

Zur Zeit der Entdeckung Amerikas war dieſer Erdtheil (von den Eskimos abgeſehen) nur von einer einzigen Menſchenart bevöl-

kert, den Rothhäuten oder Amerikanern (Homo americanus). Unter allen übrigen Menschenarten sind ihr die beiden vorigen am nächsten verwandt. Insbesondere ist die Schädelform meistens der Mittelkopf, selten Kurzkopf oder Langkopf. Die Stirn ist breit und sehr niedrig, die Nase groß, vortretend und oft gebogen, die Backenknochen vortretend, die Lippen eher dünn, als dick. Das Haar ist schwarz und straff. Die Hautfarbe ist durch rothen Grundton ausgezeichnet, welcher jedoch bald rein kupferroth oder heller röthlich, bald mehr dunkler rothbraun, gelbbraun oder olivenbraun wird. Die zahlreichen Sprachen der verschiedenen amerikanischen Rassen und Stämme sind außerordentlich verschieden, aber doch in der ursprünglichen Anlage wesentlich übereinstimmend. Wahrscheinlich ist Amerika zuerst vom nordöstlichen Asien her bevölkert worden, von demselben Mongolen-Stamme, von dem auch die Arktiker (Hyperboräer und Eskimos) sich abgezweigt haben. Zuerst breitete sich dieser Stamm in Nordamerika aus und wanderte erst von da aus über die Landenge von Central-Amerika hinunter nach Südamerika, in dessen südlichster Spitze die Species durch Anpassung an sehr ungünstige Existenz-Bedingungen eine starke Rückbildung erfuhr. Möglicher Weise sind aber von Westen her außer Mongolen auch Polynesier in Amerika eingewandert und haben sich mit diesen vermischt. Jedenfalls sind die Ureinwohner Amerikas aus der alten Welt herübergekommen, und keineswegs, wie Einige meinten, aus amerikanischen Affen entstanden. Katarhinen oder schmalnasige Affen haben zu keiner Zeit in Amerika existirt.

Die drei Menschen-Species, welche wir nun noch unterscheiden, die Dravidas, Nubier und Mittelländer, stimmen in mancherlei Eigenthümlichkeiten überein, welche eine nähere Verwandtschaft derselben zu begründen scheinen und sie von den vorhergehenden unterscheiden. Dahin gehört vor Allen die Entwickelung eines starken Barthaares, welches allen übrigen Species entweder ganz fehlt oder nur sehr spärlich auftritt. Das Haupthaar ist gewöhnlich nicht so straff und glatt, wie bei den fünf vorhergehenden Arten, sondern meistens mehr oder

weniger gelockt. Auch andere Charaktere scheinen dafür zu sprechen, daß wir dieselben in einer Hauptgruppe, den Lockenhaarigen (Euplocami), vereinigen können.

Der gemeinsamen Stammform der Euplokamen, und vielleicht aller Lissotrichen, sehr nahe scheint der Dravida-Mensch zu stehen (Homo dravida). Gegenwärtig ist diese uralte Species nur noch durch die Dekhan-Völker im südlichen Theile Vorder-Indiens und durch die benachbarten Bewohner der Gebirge des nordöstlichen Ceylon vertreten. Früher aber scheint dieselbe ganz Vorderindien eingenommen und auch noch weiter sich ausgedehnt zu haben. Sie zeigt einerseits Verwandtschafts-Beziehungen zu den Australiern und Malayen, anderseits zu den Mongolen und Mittelländern. Die Hautfarbe ist ein lichteres oder dunkleres Braun, bei einigen Stämmen mehr gelbbraun, bei anderen fast schwarzbraun. Das Haupthaar ist, wie bei den Mittelländern, mehr oder weniger gelockt, weder ganz glatt, wie bei den Euthykomen, noch eigentlich wollig, wie bei den Ulotrichen. Auch durch den ausgezeichnet starken Bartwuchs gleichen sie den Mittelländern. Ihre ovale Gesichtsbildung scheint theils derjenigen der Malayen, theils derjenigen der Mittelländer am nächsten verwandt zu sein. Gewöhnlich ist die Stirn hoch, die Nase vorspringend, schmal, die Lippen wenig aufgeworfen. Ihre Sprache ist gegenwärtig stark mit indogermanischen Elementen vermischt, scheint aber ursprünglich von einer ganz eigenthümlichen Ursprache abzustammen.

Nicht weniger Schwierigkeiten, als die Dravida-Species, hat den Ethnographen der Nubier (Homo nuba) verursacht, unter welchem Namen wir nicht nur die eigentlichen Nubier (Schangallas oder Dongolesen), sondern auch die ganz nahe verwandten Fulas oder Fellatas begreifen. Die eigentlichen Nubier bewohnen die oberen Nil-Länder (Dongola, Schangalla, Barabra, Kordofan); die Fulas oder Fellatas dagegen sind von da aus weit nach Westen gewandert und bewohnen jetzt einen breiten Strich im Süden der westlichen Sahara, eingekeilt zwischen die Sudaner im Norden und die Nigritier im Süden. Gewöhnlich werden die Nuba- und Fula-Völker entweder

zu den Negern oder zu den hamitischen Völkern (also Mittelländern) gerechnet, unterscheiden sich aber von Beiden so wesentlich, daß man sie als eine besondere Art betrachten muß. Wahrscheinlich nahm dieselbe früher einen großen Theil des nordöstlichen Afrika ein. Die Hautfarbe der Nuba- und Fula-Völker ist gelbbraun oder rothbraun, seltener dunkelbraun bis schwarz. Das Haar ist nicht wollig, sondern nur lockig, oft sogar fast ganz schlicht; die Haarfarbe ist dunkelbraun oder schwarz. Der Bartwuchs ist viel stärker als bei den Negern entwickelt. Die ovale Gesichtsbildung nähert sich mehr dem mittelländischen als dem Neger-Typus. Die Stirn ist hoch und breit, die Nase vorspringend und nicht platt gedrückt, die Lippen nicht so stark aufgeworfen wie beim Neger. Die Sprachen der Nubischen Völker scheinen mit denjenigen der echten Neger gar keine Verwandtschaft zu besitzen.

An die Spitze aller Menschenarten hat man von jeher als die höchst entwickelte und vollkommenste den kaukasischen oder mittelländischen Menschen (Homo mediterraneus) gestellt. Gewöhnlich wird diese Form als „kaukasische Rasse" bezeichnet. Da jedoch grade der kaukasische Zweig unter allen Rassen dieser Species die wenigst bedeutende ist, so ziehen wir die von Friedrich Müller vorgeschlagene, viel passendere Bezeichnung des Mediterran-Menschen oder Mittelländers vor. Denn die wichtigsten Rassen dieser Species, welche zugleich die bedeutendsten Faktoren der sogenannten „Weltgeschichte" sind, haben sich an den Gestaden des Mittelmeeres zu ihrer ersten Blüthe entwickelt. Der frühere Verbreitungsbezirk dieser Art wird durch die Bezeichnung der „indo-atlantischen" Species ausgedrückt, während dieselbe gegenwärtig sich über die ganze Erde verbreitet und die meisten übrigen Menschen-Species im Kampfe ums Dasein überwindet. In körperlicher, wie in geistiger Beziehung, kann sich keine andere Menschenart mit der mittelländischen messen. Sie allein hat (abgesehen von der mongolischen Species) eigentlich „Geschichte" gemacht. Sie allein hat jene Blüthe der Kultur entwickelt, welche den Menschen über die ganze übrige Natur zu erheben scheint.

Die Charaktere, durch welche sich der mittelländische Mensch von den anderen Arten des Geschlechts unterscheidet, sind allbekannt. Unter den äußeren Kennzeichen tritt die helle Hautfarbe in den Vordergrund; jedoch zeigt diese alle Abstufungen von reinem Weiß oder Röthlich-weiß, durch Gelb und Gelbbraun, bis zum Dunkelbraunen oder selbst Schwarzbraunen. Der Haarwuchs ist meistens stark, das Haupthaar mehr oder weniger lockig, das Barthaar stärker, als bei allen übrigen Arten. Die Schädelform zeigt einen großen Breitengrad der Entwickelung; überwiegend sind im Ganzen wohl die Mittelköpfe; aber auch Langköpfe und Kurzköpfe sind weit verbreitet. Der Körperbau im Ganzen erreicht nur bei dieser einzigen Menschenart jenes Ebenmaß aller Theile und jene gleichmäßige Entwickelung, welche wir als den Typus vollendeter menschlicher Schönheit bezeichnen. Die Sprachen aller Rassen dieser Species lassen sich keineswegs auf eine einzige gemeinsame Ursprache zurückführen; vielmehr sind mindestens vier solche, von Grund aus verschiedene Ursprachen anzunehmen. Dem entsprechend muß man auch vier verschiedene, nur unten an der Wurzel zusammenhängende Rassen innerhalb dieser einen Species annehmen. Zwei von diesen Rassen, die Basken und Kaukasier, existiren nur noch in geringen Ueberbleibseln. Die Basken, welche früher ganz Spanien und Südfrankreich bevölkerten, leben jetzt nur noch in einem schmalen Striche an der nördlichen Küste Spaniens, im Grunde der Bucht von Biscaya. Die Reste der kaukasischen Rasse (die Daghestaner, Tscherkessen, Mingrelier und Georgier) sind jetzt auf das Gebirgsland des Kaukasus zurückgedrängt. Sowohl die Sprache der Kaukasier als die der Basken ist durchaus eigenthümlich und läßt sich weder auf die semitische noch auf die indogermanische Ursprache zurückführen.

Auch die Sprachen der beiden Hauptrassen der mediterranen Species, die semitische und indogermanische, lassen sich nicht auf einen gemeinsamen Stamm zurückführen, und es müssen daher diese beiden Rassen schon sehr frühzeitig sich von einander getrennt haben. Semiten und Indogermanen stammen von verschiedenen Affenmenschen ab.

Die semitische Rasse spaltete sich ebenfalls schon sehr früh in zwei divergirende Zweige, den egyptischen und den arabischen Zweig. Der egyptische oder afrikanische Zweig, die Dysſemiten, welche wohl auch als Hamiten gänzlich von den Semiten getrennt werden, umfaßt die alte Bevölkerung Egyptens, ferner die große Gruppe der Berber, welche ganz Nordafrika inne haben und früher auch die canarischen Inseln bewohnten, und endlich die Gruppe der Aethiopier (Bedscha, Galla, Danakil, Somali und andere Völker, welche das ganze nordöstliche Küstenland von Afrika bis zum Aequator herab bevölkern). Der arabische oder asiatische Zweig dagegen, die Eusemiten, auch wohl Semiten im engeren Sinne genannt, umfaßt die Bewohner der großen arabischen Halbinsel, die uralte Familie der eigentlichen Araber („Urtypus des Semiten"), und sodann die höchst entwickelte Semiten-Gruppe, die Juden oder Hebräer und die Aramäer (Syrier und Chaldäer). Eine Colonie der südlichen Araber (der Himjariten), welche über die Bab-el-Mandeb-Enge setzte, hat Abessinien bevölkert (vergl. S. 624).

Die indogermanische Rasse endlich, welche alle übrigen Menschenrassen in der geistigen Entwickelung weit überflügelt hat, spaltete sich gleich der semitischen sehr früh schon in zwei divergente Zweige, den ario-romanischen und slavo-germanischen Zweig. Aus dem ersteren gingen einerseits die Arier (Inder und Iraner), andrerseits die Graecoromanen (Griechen und Albanesen, Italer und Kelten) hervor. Aus dem slavo-germanischen Zweige entwickelten sich einerseits die Slaven (russische und bulgarische, cechische und baltische Stämme), andrerseits die Germanen (Scandinavier und Deutsche, Niederländer und Angelsachsen). Wie sich die weitere Verzweigung der indogermanischen Rasse auf Grund der vergleichenden Sprachforschung im Einzelnen genau verfolgen läßt, hat August Schleicher in sehr anschaulicher Form genealogisch entwickelt[6]) (vergl. S. 625).

Die Gesammtzahl der menschlichen Individuen, welche gegenwärtig leben, beträgt zwischen 1300 und 1400 Millionen. Auf unserer tabellarischen Uebersicht (S. 626) sind 1350 Millionen als Mittel an-

genommen. Davon kommen nach ungefährer Schätzung, soweit solche überhaupt möglich ist, nur etwa 150 Millionen auf die wollhaarigen, dagegen 1200 Millionen auf die schlichthaarigen Menschen. Die beiden höchst entwickelten Species, Mongolen und Mittelländer, übertreffen an Individuenmasse bei weitem alle übrigen Menschenarten, indem auf jede derselben allein ungefähr 550 Millionen kommen (vgl. Friedrich Müller Ethnographie S. XXX). Natürlich wechselt das Zahlenverhältniß der zwölf Species mit jedem Jahre, und zwar nach dem von Darwin entwickelten Gesetze, daß im Kampfe ums Dasein die höher entwickelten, begünstigteren und größeren Formengruppen die bestimmte Neigung und die sichere Aussicht haben, sich immer mehr auf Kosten der niederen, zurückgebliebenen und kleineren Gruppen auszubreiten. So hat die mittelländische Species, und innerhalb derselben die indogermanische Rasse, vermöge ihrer höheren Gehirnentwickelung alle übrigen Rassen und Arten im Kampf ums Dasein überflügelt, und spannt schon jetzt das Netz ihrer Herrschaft über die ganze Erdkugel aus. Erfolgreich concurriren kann mit den Mittelländern, wenigstens in gewisser Beziehung, nur die mongolische Species. Innerhalb der Tropengegenden sind die Neger, Kaffern und Nubier, die Malayen und Dravidas durch ihre bessere Anpassungsfähigkeit an das heiße Klima, ebenso in den Polargegenden die Arktiker durch ihr kaltes Klima, vor dem Andringen der Indogermanen einigermaßen geschützt. Dagegen werden die übrigen Rassen, die ohnehin sehr zusammengeschmolzen sind, den übermächtigen Mittelländern im Kampf ums Dasein früher oder später gänzlich erliegen. Schon jetzt gehen die Amerikaner und Australier mit raschen Schritten ihrer völligen Ausrottung entgegen, und dasselbe gilt auch von den Papuas und Hottentotten.

Indem wir uns nun zu der eben so interessanten als schwierigen Frage von dem verwandtschaftlichen Zusammenhang, den Wanderungen und der Urheimath der 12 Menschenarten wenden, will ich im Voraus bemerken, daß bei dem gegenwärtigen Zustande unserer anthropologischen Kenntnisse jede Antwort auf diese Frage nur als eine provisorische Hypothese gelten kann. Es ver-

hält sich damit nicht anders, als mit jeder genealogischen Hypothese, die wir uns auf Grund des „natürlichen Systems" von dem Ursprung verwandter Thier- und Pflanzenarten machen können. Durch die nothwendige Unsicherheit dieser speciellen Descendenz-*Hypothesen* wird aber die absolute Sicherheit der generellen Descendenz-*Theorie* in keinem Falle erschüttert. Der Mensch stammt jedenfalls von Katarhinen oder schmalnasigen Affen ab, mag man nun mit den *Polyphyleten* jede Menschenart in ihrer Urheimath aus einer besonderen Affenart entstanden sein lassen, oder mag man mit den *Monophyleten* annehmen, daß alle Menschenarten erst durch Differenzirung aus einer einzigen Species von *Urmensch* (Homo primigenius) entstanden sind.

Aus vielen und wichtigen Gründen halten wir diese letztere, monophyletische Hypothese für die richtigere, und nehmen demnach für das Menschengeschlecht *eine einzige Urheimath* an, in der dasselbe sich aus einer längst ausgestorbenen anthropoiden Affenart entwickelt hat. Von den jetzt existirenden fünf Welttheilen kann weder Australien, noch Amerika, noch Europa diese Urheimath oder das sogenannte „Paradies", die „Wiege des Menschengeschlechts", sein. Vielmehr deuten die meisten Anzeichen auf das *südliche Asien*. Außer dem südlichen Asien könnte von den gegenwärtigen Festländern nur noch *Afrika* in Frage kommen. Es giebt aber eine Menge von Anzeichen (besonders chorologische Thatsachen), welche darauf hindeuten, daß die Urheimath des Menschen ein jetzt unter den Spiegel des indischen Oceans versunkener Kontinent war, welcher sich im Süden des jetzigen Asiens (und wahrscheinlich mit ihm in direktem Zusammenhang) einerseits östlich bis nach Hinterindien und den Sunda-Inseln, andrerseits westlich bis nach Madagascar und dem südöstlichen Afrika erstreckte. Wir haben schon früher erwähnt, daß viele Thatsachen der Thier- und Pflanzengeographie die frühere Existenz eines solchen südindischen Kontinents sehr wahrscheinlich machen (vergl. S. 321). Derselbe ist von dem Engländer *Sclater* wegen der für ihn charakteristischen Halbaffen *Lemuria* genannt worden. Wenn

wir dieſes Lemurien als Urheimath annehmen, ſo läßt ſich daraus am leichteſten die geographiſche Verbreitung der divergirenden Menſchenarten durch Wanderung erklären. (Vergl. die Migrations-Tafel XV, am Ende, und deren Erklärung.)

Von dem hypothetiſchen Urmenſchen (Homo primigenius), welcher ſich entweder in Lemurien oder in Südaſien (vielleicht auch im öſtlichen Afrika) während der Tertiärzeit aus anthropoiden Affen entwickelte, kennen wir noch keine foſſilen Reſte. Aber bei der außerordentlichen Aehnlichkeit, welche ſich zwiſchen den niederſten wollhaarigen Menſchen und den höchſten Menſchenaffen ſelbſt jetzt noch erhalten hat, bedarf es nur geringer Einbildungskraft, um ſich zwiſchen Beiden eine vermittelnde Zwiſchenform und in dieſer ein ungefähres Bild von dem muthmaßlichen Urmenſchen oder Affenmenſchen vorzuſtellen. Die Schädelform deſſelben wird ſehr langköpfig und ſchiefzähnig geweſen ſein, das Haar wollig, die Hautfarbe dunkel, bräunlich. Die Behaarung des ganzen Körpers wird dichter als bei allen jetzt lebenden Menſchenarten geweſen ſein, die Arme im Verhältniß länger und ſtärker, die Beine dagegen kürzer und dünner, mit ganz unentwickelten Waden; der Gang nur halb aufrecht, mit ſtark eingebogenen Knieen.

Eine eigentlich menſchliche Sprache, d. h. eine artikulirte Begriffsſprache, wird dieſer Affenmenſch noch nicht beſeſſen haben. Vielmehr entſtand die menſchliche Sprache, wie ſchon vorher bemerkt, erſt nachdem die Divergenz der Urmenſchenart in verſchiedene Species erfolgt war. Die Zahl der Urſprachen iſt aber noch beträchtlich größer, als die Zahl der vorher betrachteten Menſchenarten. Denn es iſt noch nicht gelungen, die vier Urſprachen der mittelländiſchen Species, das Baskiſche, Kaukaſiſche, Semitiſche und Indogermaniſche, auf eine einzige Urſprache zurückzuführen. Ebenſowenig laſſen ſich die verſchiedenen Negerſprachen von einer gemeinſamen Urſprache ableiten. Dieſe beiden Species, Mittelländer und Neger, ſind daher jedenfalls polyglottoniſch, d. h. ihre zahlreichen menſchlichen Sprachen ſind erſt entſtanden, nachdem bereits die Divergenz der ſprachloſen Stamm-

art in mehrere Rassen erfolgt war. Vielleicht sind auch die Mongolen, Arktiker und Amerikaner polyglottonisch. Monoglottonisch dagegen ist die malayische Menschenart. Alle ihre polynesischen und sundanesischen Dialekte und Sprachen lassen sich von einer gemeinsamen, längst untergegangenen Ursprache ableiten, die mit keiner andern Sprache der Erde verwandt ist. Ebenso monoglottonisch sind die übrigen Menschenarten: Nubier, Dravidas, Australier, Papuas, Hottentotten und Kaffern (vergl. S. 626).

Aus dem sprachlosen Urmenschen, den wir als die gemeinsame Stammart aller übrigen Species ansehen, entwickelten sich zunächst wahrscheinlich durch natürliche Züchtung verschiedene uns unbekannte, jetzt längst ausgestorbene Menschenarten, die noch auf der Stufe des sprachlosen Affenmenschen (Alalus oder Pithecanthropus) stehen blieben. Zwei von diesen Species, eine wollhaarige und eine schlichthaarige Art, welche am stärksten divergirten und daher im Kampfe ums Dasein über die andern den Sieg davon trugen, wurden die Stammformen die übrigen Menschenarten.

Der Hauptzweig der wollhaarigen Menschen (Ulotriches) breitete sich zunächst bloß auf der südlichen Erdhälfte aus, und wanderte hier theils nach Osten, theils nach Westen. Ueberreste des östlichen Zweiges sind die Papuas in Neuguinea und Melanesien, welche früher viel weiter westlich (in Hinterindien und Sundanesien) verbreitet waren, und erst später durch die Malayen nach Osten gedrängt wurden. Wenig veränderte Ueberreste des westlichen Zweiges sind die Hottentotten, welche in ihre jetzige Heimath von Nordosten aus eingewandert sind. Vielleicht während dieser Wanderung zweigten sich von ihnen die beiden nahe verwandten Species der Kaffern und Neger ab, die aber möglicherweise auch besonderen Zweigen von Affenmenschen ihren Ursprung verdanken.

Der zweite und entwickelungsfähigere Hauptzweig der Urmenschen-Art, die schlichthaarigen Menschen (Lissotriches), haben uns vielleicht einen wenig veränderten, nach Südosten geflüchteten Rest ihrer gemeinsamen Stammform in den affenartigen Austra-

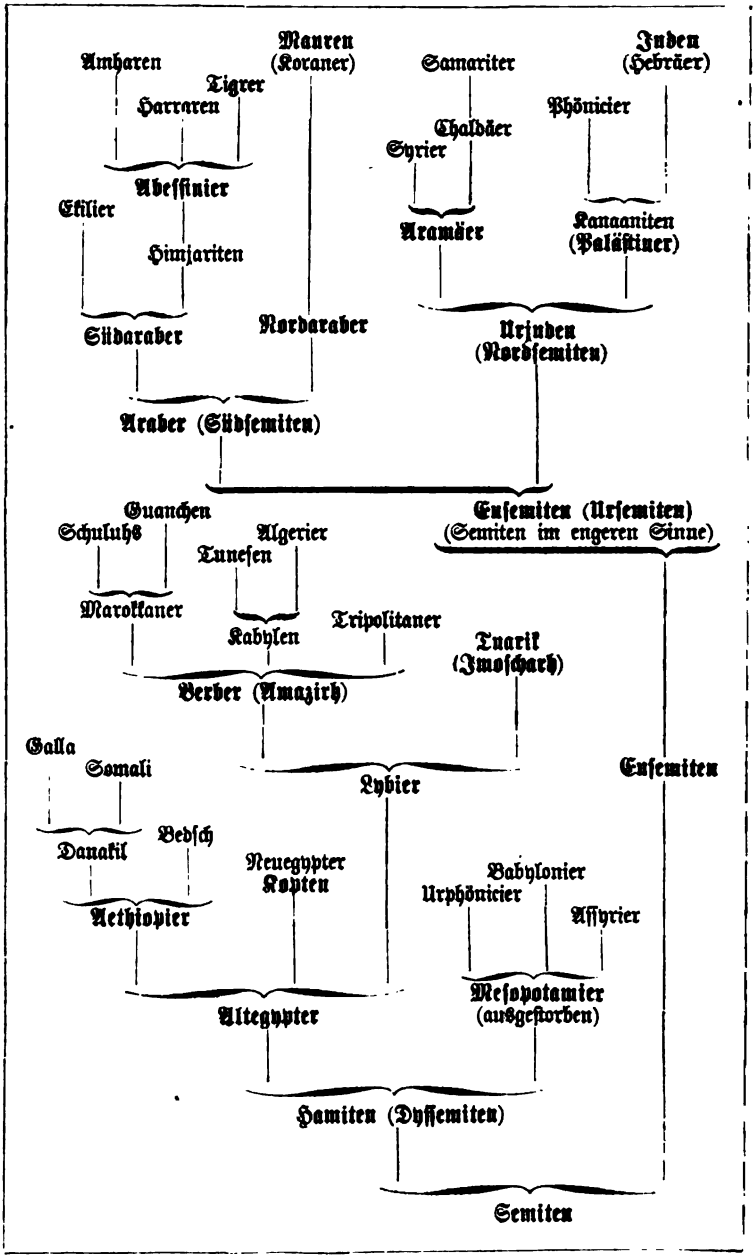
liern hinterlaſſen. Die ... nahe ſtanden vielleicht die ſüdaſiatiſchen Urmalayen oder Protomalayen, mit welchem Namen wir vorher die ausgeſtorbene, hypothetiſche Stammform der übrigen ſechs Menſchenarten bezeichnet haben. Aus dieſer unbekannten gemeinſamen Stammform ſcheinen ſich als drei divergirende Zweige die eigentlichen Malayen, die Mongolen und die Euplokamen entwickelt zu haben. Die erſten breiteten ſich nach Oſten, die zweiten nach Norden, die dritten nach Weſten hin aus.

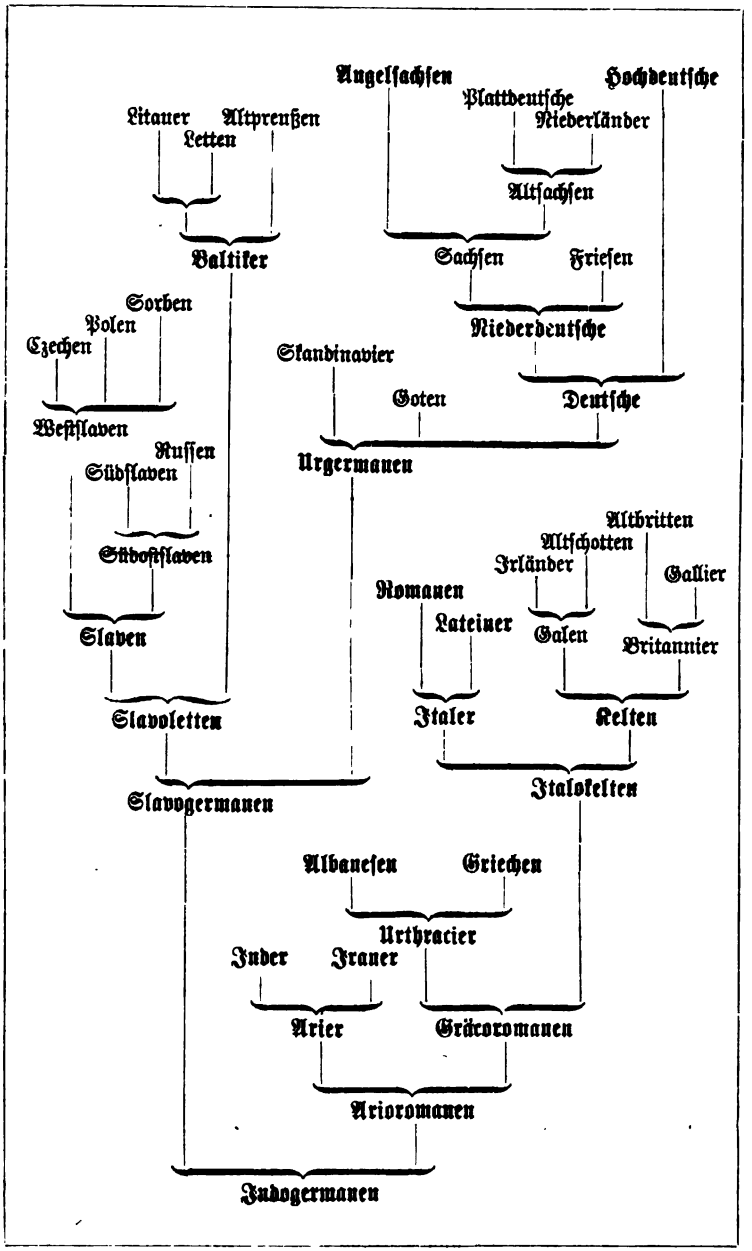
Die Urheimath oder der „Schöpfungsmittelpunkt" der Malayen iſt im ſüdöſtlichen Theile des aſiatiſchen Feſtlandes zu ſuchen oder vielleicht in dem ausgedehnteren Kontinent, der früher beſtand, als noch Hinterindien mit dem Sunda-Archipel und dem öſtlichen Lemurien unmittelbar zuſammenhing. Von da aus breiteten ſich die Malayen nach Südoſten über den Sunda-Archipel bis Buro hin aus, ſtreiften dann, die Papuas vor ſich hertreibend, nach Oſten zu den Samoa- und Tonga-Inſeln hin, und zerſtreuten ſich endlich von hier aus nach und nach über die ganze Inſelwelt des ſüdlichen pacifiſchen Oceans, bis nach den Sandwich-Inſeln im Norden, den Mangareven im Oſten und Neuſeeland im Süden. Ein einzelner Zweig des malayiſchen Stammes wurde weit nach Weſten verſchlagen und bevölkerte Madagaskar.

Der zweite Hauptzweig der Urmalayen, die Mongolen, breitete ſich zunächſt ebenfalls in Südaſien aus und bevölkerte allmählich, von da aus nach Oſten, Norden und Nordweſten ausſtrahlend, den größten Theil des aſiatiſchen Feſtlandes. Von den vier Hauptraſſen der mongoliſchen Species ſind wahrſcheinlich die Indochineſen als die Stammgruppe zu betrachten, aus der ſich erſt als divergirende Zweige die übrigen Raſſen, Coreo-Japaner und Ural-Altajer ſpäter entwickelten. Aus dem Weſten Aſiens wanderten die Mongolen vielfach nach Europa hinüber, wo noch jetzt die Finnen und Lappen im nördlichen Rußland und Skandinavien, die nahe verwandten Magyaren in Ungarn und ein Theil der Osmanen in der Türkei die mongoliſche Species vertreten.

Andrerseits wanderte aus dem nordöstlichen Asien, welches vormals vermuthlich durch eine breite Landbrücke mit Nordamerika zusammenhing, ein Zweig der Mongolen in diesen Erdtheil hinüber. Als ein Ast dieses Zweiges, welcher durch Anpassung an die ungünstigen Existenzbedingungen des Polarklimas eigenthümlich rückgebildet wurde, sind die Arktiker oder Polarmenschen zu betrachten, die Hyperboräer im nordöstlichen Asien, die Eskimos im nördlichsten Amerika. Die Hauptmasse der mongolischen Einwanderer aber wanderte nach Süden, und breitete sich allmählich über ganz Amerika aus, zunächst über das nördliche, später über das südliche Amerika.

Der dritte und wichtigste Hauptzweig der Urmalayen, die Lockenvölker oder Euplokamen, haben uns vielleicht in den heutigen Dravidas (in Vorderindien und Ceylon) diejenige Menschenart hinterlassen, die sich am wenigsten von der gemeinsamen Stammform der Euplokamen entfernt hat. Die Hauptmasse der letzteren, die mittelländische Species, wanderte von ihrer Urheimath (Hindostan?) aus nach Westen und bevölkerte die Küstenländer des Mittelmeeres, das südwestliche Asien, Nordafrika und Europa. Als eine Abzweigung der semitischen Urvölker im nordöstlichen Afrika sind möglicherweise die Nubier zu betrachten, welche weit durch Mittelafrika hindurch bis fast zu dessen Westküste hinüberwanderten. Die divergirenden Zweige der indogermanischen Rasse haben sich am weitesten von der gemeinsamen Stammform des Affenmenschen entfernt. Von den beiden Hauptzweigen dieser Rasse hat im klassischen Alterthum und im Mittelalter der romanische Zweig (die graeco-italo-keltische Gruppe), in der Gegenwart aber der germanische Zweig im Wettlaufe der Kulturentwickelung die anderen Zweige überflügelt. Obenan stehen die Engländer und die Deutschen, welche vorzugsweise gegenwärtig in der Erkenntniß und dem Ausbau der Entwickelungsgeschichte das Fundament für eine neue Periode der höheren geistigen Entwickelung legen. Die Empfänglichkeit für die Entwickelungstheorie und für die darauf gegründete monistische Philosophie bildet den besten Maßstab für den geistigen Entwickelungsgrad des Menschen.


Amharen
Tigrer
Harraren
Mauren (Koraner)
Abessinier
Samariter
Chaldäer
Syrier
Aramäer
Juden (Hebräer)
Phönicier
Kanaaniten (Palästiner)
Ekilier
Himjariten
Südaraber
Nordaraber
Araber (Südsemiten)
Urjuden (Nordsemiten)
Guanchen
Schuluhs
Marokkaner
Algerier
Tunesen
Kabylen
Tripolitaner
Berber (Amazirh)
Tuarik (Imoschagh)
Ensemiten (Ursemiten) (Semiten im engeren Sinne)
Galla
Somali
Danakil
Bedsch
Aethiopier
Lybier
Neuegypter Kopten
Altegypter
Babylonier
Urphönicier
Assyrier
Mesopotamier (ausgestorben)
Hamiten (Dyssemiten)
Ensemiten
Semiten


Angelsachsen
Hochdeutsche
Plattdeutsche
Litauer
Altpreußen
Niederländer
Letten
Altsachsen
Baltiker
Sachsen
Friesen
Sorben
Niederdeutsche
Polen
Czechen
Skandinavier
Goten
Deutsche
Westslaven
Urgermanen
Russen
Südslaven
Althritten
Altschotten
Irländer
Gallier
Südostslaven
Romanen
Lateiner
Galen
Britannier
Slaven
Italer
Kelten
Slavoletten
Italokelten
Slavogermanen
Albanesen
Griechen
Urthracier
Inder
Iraner
Arier
Gräkoromanen
Arioromanen
Indogermanen

## Systematische Uebersicht der 12 Menschen-Species.

*N.B. Die Columne* A giebt die ungefähre Bevölkerungszahl in Millionen an. *Die Columne B* deutet das phyletische Entwickelungsstadium der Species an, und zwar bedeutet: *Pr* = Fortschreitende Ausbreitung; Co = Ungefähres Gleichbleiben; *Re* = Rückbildung und Aussterben. Die Columne C giebt das Verhältniß der Ursprache an; Mn (Monoglottonisch) bedeutet eine einfache Ursprache: Pl (Polyglottonisch) eine mehrfache Ursprache der Species.

| Tribus | Menschen-Species | A | B | C | Heimath |
|---|---|---|---|---|---|
| Büschelhaarige Lophocomi (ca. 2 Millionen) | 1. Papua | 2 | Re | Mn | Neuguinea und Melanesien, Philippinen, Malakka |
| | 2. Hottentotte | 1/10 | Re | Mn | Südlichstes Afrika (Caplaud) |
| Vließhaarige Eriocomi (ca. 150 Millionen) | 3. Kaffer | 20 | Pr | Mn | Südafrika (zwischen 30° S. Br. und 5° N. Br.) |
| | 4. Neger | 130 | Pr | Pl | Mittelafrika (zwischen dem Aequator und 30° N. Br.) |
| Straffhaarige Euthycomi (gegen 600 Millionen) | 5. Australier | 1/2 | Re | Mn | Australien |
| | 6. Malaye | 30 | Co | Mn | Malakka, Sundanesien, Polynesien u. Madagascar |
| | 7. Mongole | 550 | Pr | Mn? | Asien zum größten Theile, und nördliches Europa |
| | 8. Arktiker | 1/5 | Co | Pl? | Nordöstliches Asien und nordöstliches Amerika |
| | 9. Amerikaner | 12 | Re | Mn? | Ganz Amerika mit Ausnahme des nördlichsten Theiles |
| Lockenhaarige Euplocomi (gegen 600 Millionen) | 10. Dravida | 34 | Co | Mn | Südasien (Vorderindien und Ceylon) |
| | 11. Nubier | 10 | Co | Mn? | Mittelafrika (Nubien und Fulaland) |
| | 12. Mittelländer | 550 | Pr | Pl | In allen Welttheilen, von Südasien aus zunächst nach Nordafrika und Südeuropa gewandert |
| | 13. Bastarde der Arten | 11 | Pr | Pl | In allen Welttheilen, vorwiegend jedoch in Amerika und Asien |
| | Summa | 1350 | | | |

# Vierundzwanzigster Vortrag.

## Einwände gegen und Beweiſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie.

---

**Einwände gegen die Abſtammungslehre. Einwände des Glaubens und der Vernunft. Unermeßliche Länge der geologiſchen Zeiträume. Uebergangsformen zwiſchen den verwandten Species. Abhängigkeit der Formbeſtändigkeit von der Vererbung, und des Formwechſels von der Anpaſſung. Entſtehung ſehr zuſammengeſetzter Organiſationseinrichtungen. Stufenweiſe Entwickelung der Inſtinkte und Seelenthätigkeiten. Entſtehung der aprioriſchen Erkenntniſſe aus apoſterioriſchen. Erforderniſſe für das richtige Verſtändniß der Abſtammungslehre. Nothwendige Wechſelwirkung der Empirie und Philoſophie. Beweiſe für die Deſcendenztheorie. Innerer urſächlicher Zuſammenhang aller biologiſchen Erſcheinungsreihen. Der direkte Beweis der Selectionstheorie. Verhältniß der Deſcendenztheorie zur Anthropologie. Beweiſe für den thieriſchen Urſprung des Menſchen. Die Pithekoidentheorie als untrennbarer Beſtandtheil der Deſcendenztheorie. Induction und Deduction. Stufenweiſe Entwickelung des menſchlichen Geiſtes. Körper und Geiſt. Menſchenſeele und Thierſeele. Blick in die Zukunft.**

Meine Herren! Wenn ich einerſeits vielleicht hoffen darf, Ihnen durch dieſe Vorträge die Abſtammungslehre mehr oder weniger wahrſcheinlich gemacht, und Einige von Ihnen ſelbſt von ihrer unerſchütterlichen Wahrheit überzeugt zu haben, ſo verhehle ich mir andrerſeits keineswegs, daß die Meiſten von Ihnen im Laufe meiner Erörterungen eine Maſſe von mehr oder weniger begründeten Einwürfen gegen dieſelbe erhoben haben werden. Es erſcheint mir daher jetzt, am Schluſſe unſerer Betrachtungen, durchaus nothwendig, wenigſtens

# Syſtematiſche Ueberſicht der 12 Menſchen-Species.

N.B. Die Columne A giebt die ungefähre Bevölkerungszahl in Millionen an. Die Columne B deutet das phyletiſche Entwickelungsſtadium der Species an, und zwar bedeutet: Pr = Fortſchreitende Ausbreitung; Co = Ungefähres Gleichbleiben; Re = Rückbildung und Ausſterben. Die Columne C giebt das Verhältniß der Urſprache an; Mn (Monoglottoniſch) bedeutet eine einfache Urſprache: Pl (Polyglottoniſch) eine mehrfache Urſprache der Species.

| Tribus | Menſchen-Species | A | B | C | Heimath |
|---|---|---|---|---|---|
| **Büſchelhaarige Lophocomi** (ca. 2 Millionen) | 1. **Papua** | 2 | Re | Mn | Neuguinea und Melaneſien, Philippinen, Malakka |
| | 2. **Hottentotte** | $\frac{1}{10}$ | Re | Mn | Südlichſtes Afrika (Capland) |
| **Bließhaarige Eriocomi** (ca. 150 Millionen) | 3. **Kaffer** | 20 | Pr | Mn | Südafrika (zwiſchen 30° S. Br. und 5° N. Br.) |
| | 4. **Neger** | 130 | Pr | Pl | Mittelafrika (zwiſchen dem Aequator und 30° N. Br.) |
| **Straffhaarige Euthycomi** (gegen 600 Millionen) | 5. **Auſtralier** | $\frac{1}{15}$ | Re | Mn | Auſtralien |
| | 6. **Malaye** | 30 | Co | Mn | Malakka, Sundaneſien, Polyneſien u. Madagascar |
| | 7. **Mongole** | 550 | Pr | Mn? | Aſien zum größten Theile, und nördliches Europa |
| | 8. **Arktiker** | $\frac{1}{15}$ | Co | Pl? | Nordöſtliches Aſien und nordöſtliches Amerika |
| | 9. **Amerikaner** | 12 | Re | Mn? | Ganz Amerika mit Ausnahme des nördlichſten Theiles |
| **Lockenhaarige Euplocomi** (gegen 600 Millionen) | 10. **Dravida** | 34 | Co | Mn | Südaſien (Vorderindien und Ceylon) |
| | 11. **Nubier** | 10 | Co | Mn? | Mittelafrika (Nubien und Fulaland) |
| | 12. **Mittelländer** | 550 | Pr | Pl | In allen Welttheilen, von Südaſien aus zunächſt nach Nordafrika und Südeuropa gewandert |
| | 13. **Baſtarde der Arten** | 11 | Pr | Pl | In allen Welttheilen, vorwiegend jedoch in Amerika und Aſien |
| | Summa | 1350 | | | |

# Vierundzwanzigster Vortrag.

## Einwände gegen und Beweiſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie.

---

**Einwände gegen die Abſtammungslehre. Einwände des Glaubens und der Vernunft. Unermeßliche Länge der geologiſchen Zeiträume. Uebergangsformen zwiſchen den verwandten Species. Abhängigkeit der Formbeſtändigkeit von der Vererbung, und des Formwechſels von der Anpaſſung. Entſtehung ſehr zuſammengeſetzter Organiſationseinrichtungen. Stufenweiſe Entwickelung der Inſtinkte und Seelenthätigkeiten. Entſtehung der aprioriſchen Erkenntniſſe aus aposterioriſchen. Erforderniſſe für das richtige Verſtändniß der Abſtammungslehre. Nothwendige Wechſelwirkung der Empirie und Philoſophie. Beweiſe für die Deſcendenztheorie. Innerer urſächlicher Zuſammenhang aller biologiſchen Erſcheinungsreihen. Der direkte Beweis der Selectionstheorie. Verhältniß der Deſcendenztheorie zur Anthropologie. Beweiſe für den thieriſchen Urſprung des Menſchen. Die Pithekoidentheorie als untrennbarer Beſtandtheil der Deſcendenztheorie. Induction und Deduction. Stufenweiſe Entwickelung des menſchlichen Geiſtes. Körper und Geiſt. Menſchenſeele und Thierſeele. Blick in die Zukunft.**

Meine Herren! Wenn ich einerſeits vielleicht hoffen darf, Ihnen durch dieſe Vorträge die Abſtammungslehre mehr oder weniger wahrſcheinlich gemacht, und Einige von Ihnen ſelbſt von ihrer unerſchütterlichen Wahrheit überzeugt zu haben, ſo verhehle ich mir andrerſeits keineswegs, daß die Meiſten von Ihnen im Laufe meiner Erörterungen eine Maſſe von mehr oder weniger begründeten Einwürfen gegen dieſelbe erhoben haben werden. Es erſcheint mir daher jetzt, am Schluſſe unſerer Betrachtungen, durchaus nothwendig, wenigſtens

die wichtigſten derſelben zu widerlegen, und zugleich auf der anderen Seite die überzeugenden Beweisgründe nochmals hervorzuheben, welche für die Wahrheit der Entwickelungslehre Zeugniß ablegen.

Die Einwürfe, welche man gegen die Abſtammungslehre überhaupt erhebt, zerfallen in zwei große Gruppen, Einwände des Glaubens und Einwände der Vernunft. Mit den Einwendungen der erſten Gruppe, die in den unendlich mannichfaltigen Glaubensvorſtellungen der menſchlichen Individuen ihren Urſprung haben, brauche ich mich hier durchaus nicht zu befaſſen. Denn, wie ich bereits im Anfang dieſer Vorträge bemerkte, hat die Wiſſenſchaft, als das objektive Ergebniß der ſinnlichen Erfahrung und des Erkenntnißſtrebens der menſchlichen Vernunft, gar Nichts mit den ſubjektiven Vorſtellungen des Glaubens zu thun, welche von einzelnen Menſchen als unmittelbare Eingebungen oder Offenbarungen des Schöpfers gepredigt, und dann von der unſelbſtſtändigen Menge geglaubt werden. Dieſer bei den verſchiedenen Völkern höchſt verſchiedenartige Glaube, der vom „Aberglauben" nicht verſchieden iſt, fängt bekanntlich erſt da an, wo die Wiſſenſchaft aufhört. Die Naturwiſſenſchaft betrachtet denſelben nach dem Grundſatze Friedrich's des Großen, „daß jeder auf ſeine Façon ſelig werden kann", und nur da tritt ſie nothwendig in Konflikt mit beſonderen Glaubensvorſtellungen, wo dieſelben der freien Forſchung eine Grenze, und der menſchlichen Erkenntniß ein Ziel ſetzen wollen, über welches dieſelbe nicht hinaus dürfe. Das iſt nun allerdings gewiß hier im ſtärkſten Maße der Fall, da die Entwickelungslehre ſich zur Aufgabe das höchſte wiſſenſchaftliche Problem geſetzt hat, das wir uns ſetzen können: das Problem der Schöpfung, des Werdens der Dinge, und insbeſondere des Werdens der organiſchen Formen, an ihrer Spitze des Menſchen. Hier iſt es nun jedenfalls eben ſo das gute Recht, wie die heilige Pflicht der freien Forſchung, keinerlei menſchliche Autorität zu ſcheuen, und muthig den Schleier vom Bilde des Schöpfers zu lüften, unbekümmert, welche natürliche Wahrheit darunter verborgen ſein mag. Die göttliche Offenbarung, welche wir als die einzig wahre anerkennen, ſteht

überall in der Natur geschrieben, und jedem Menschen mit gesunden Sinnen und gesunder Vernunft steht es frei, in diesem heiligen Tempel der Natur durch eigenes Forschen und selbstständiges Erkennen der untrüglichen Offenbarung theilhaftig zu werden.

Wenn wir demgemäß hier alle Einwürfe gegen die Abstammungslehre unberücksichtigt lassen können, die etwa von den Priestern der verschiedenen Glaubensreligionen erhoben werden könnten, so werden wir dagegen nicht umhin können, die wichtigsten von denjenigen Einwänden zu widerlegen, welche mehr oder weniger wissenschaftlich begründet erscheinen, und vor denen man zugestehen muß, daß man durch sie auf den ersten Blick in gewissem Grade eingenommen und von der Annahme der Abstammungslehre zurückgeschreckt werden kann. Unter diesen Einwänden erscheint Vielen als der wichtigste derjenige, welcher die Zeitlänge betrifft. Wir sind nicht gewohnt, mit so ungeheuren Zeitmaßen umzugehen, wie sie für die Schöpfungsgeschichte erforderlich sind. Es wurde früher bereits erwähnt, daß wir die Zeiträume, in welchen die Arten durch allmähliche Umbildung entstanden sind, nicht nach einzelnen Jahrtausenden berechnen müssen, sondern nach Hunderten und nach Millionen von Jahrtausenden. Allein schon die Dicke der geschichteten Erdrinde, die Erwägung der ungeheuern Zeiträume, welche zu ihrer Ablagerung aus dem Wasser erforderlich waren, und der zwischen diesen Senkungszeiträumen verflossenen Hebungszeiträume beweisen uns eine Zeitdauer der organischen Erdgeschichte, welche unser menschliches Fassungsvermögen gänzlich übersteigt. Wir sind hier in derselben Lage, wie in der Astronomie betreffs des unendlichen Raumes. Wie wir die Entfernungen der verschiedenen Planetensysteme nicht nach Meilen, sondern nach Siriusweiten berechnen, von denen jede wieder Millionen Meilen einschließt, so müssen wir in der organischen Erdgeschichte nicht nach Jahrtausenden, sondern nach paläontologischen oder geologischen Perioden rechnen, von denen jede viele Jahrtausende, und manche vielleicht Millionen oder selbst Milliarden von Jahrtausenden umfaßt. Es ist sehr gleichgültig, wie hoch man annähernd die unermeßliche Länge

dieſer Zeiträume ſchätzen mag, weil wir in der That nicht im Stande ſind, mittelſt unſerer beſchränkten Einbildungskraft uns eine wirkliche Anſchauung von dieſen Zeiträumen zu bilden, und weil wir auch keine ſichere mathematiſche Baſis wie in der Aſtronomie beſitzen, um nur die ungefähre Länge des Maßſtabes irgendwie in Zahlen feſtzuſtellen. Nur dagegen müſſen wir uns auf das Beſtimmteſte verwahren, daß wir in dieſer außerordentlichen, unſere Vorſtellungskraft vollſtändig überſteigenden Länge der Zeiträume irgend einen Grund gegen die Entwickelungslehre ſehen könnten. Wie ich Ihnen bereits in einem früheren Vortrage auseinanderſetzte, iſt es im Gegentheil vom Standpunkte der ſtrengſten Philoſophie das Gerathenſte, dieſe Schöpfungsperioden möglichſt lang vorauszuſetzen, und wir laufen um ſo weniger Gefahr, uns in dieſer Beziehung in unwahrſcheinliche Hypotheſen zu verlieren, je größer wir die Zeiträume für die organiſchen Entwickelungsvorgänge annehmen. Je länger wir z. B. die Permiſche Periode annehmen, deſto eher können wir begreifen, wie innerhalb derſelben die wichtigen Umbildungen erfolgten, welche die Fauna und Flora der Steinkohlenzeit ſo ſcharf von derjenigen der Triaszeit trennen. Die große Abneigung, welche die meiſten Menſchen gegen die Annahme ſo unermeßlicher Zeiträume haben, rührt größtentheils davon her, daß wir in der Jugend mit der Vorſtellung groß gezogen werden, die ganze Erde ſei nur einige tauſend Jahre alt. Außerdem iſt das Menſchenleben, welches höchſtens den Werth eines Jahrhunderts erreicht, eine außerordentlich kurze Zeitſpanne, welche ſich am wenigſten eignet, als Maßeinheit für jene geologiſchen Perioden zu gelten. Unſer Leben iſt ein einzelner Tropfen im Meere der Ewigkeit. Denken Sie nur im Vergleiche damit an die fünfzig mal längere Lebensdauer mancher Bäume, z. B. der Drachenbäume (Dracaena) und Affenbrodbäume (Adansonia), deren individuelles Leben einen Zeitraum von fünftauſend Jahren überſteigt, und denken Sie andrerſeits an die Kürze des individuellen Lebens bei manchen niederen Thieren, z. B. bei den Infuſorien, wo das Individuum als ſolches nur wenige Tage, oder ſelbſt nur wenige Stunden lebt. Dieſe Ver-

gleichung ſtellt uns die Relativität alles Zeitmaßes auf das Unmittelbarſte vor Augen. Ganz gewiß müſſen ungeheure, uns gar nicht vorſtellbare Zeiträume verfloſſen ſein, während die ſtufenweiſe hiſtoriſche Entwickelung des Thier- und Pflanzenreichs durch allmähliche Umbildung der Arten vor ſich ging. Es liegt aber auch nicht ein einziger Grund vor, irgend eine beſtimmte Grenze für die Länge jener phyletiſchen Entwickelungsperioden anzunehmen.

Ein zweiter Haupteinwand, der von vielen, namentlich ſyſtematiſchen Zoologen und Botanikern, gegen die Abſtammungslehre erhoben wird, iſt der, daß man keine Uebergangsformen zwiſchen den verſchiedenen Arten finden könne, während man dieſe doch nach der Abſtammungslehre in Menge finden müßte. Dieſer Einwurf iſt zum Theil begründet, zum Theil aber auch nicht. Denn es exiſtiren Uebergangsformen ſowohl zwiſchen lebenden, als auch zwiſchen ausgeſtorbenen Arten in außerordentlicher Menge, überall nämlich da, wo wir Gelegenheit haben, ſehr zahlreiche Individuen von verwandten Arten vergleichend ins Auge zu faſſen. Grade diejenigen ſorgfältigſten Unterſucher der einzelnen Species, von denen man jenen Einwurf häufig hört, grade dieſe finden wir in ihren ſpeciellen Unterſuchungsreihen beſtändig durch die in der That unlösbare Schwierigkeit aufgehalten, die einzelnen Arten ſcharf zu unterſcheiden. In allen ſyſtematiſchen Werken, welche einigermaßen gründlich ſind, begegnen Sie endloſen Klagen darüber, daß man hier und dort die Arten nicht unterſcheiden könne, weil zu viele Uebergangsformen vorhanden ſeien. Daher beſtimmt auch jeder Naturforſcher den Umfang und die Zahl der einzelnen Arten anders, als die übrigen. Wie ich ſchon früher erwähnte (S. 246), nehmen in einer und derſelben Organismengruppe die einen Zoologen und Botaniker 10 Arten an, andere 20, andere hundert oder mehr, während noch andere Syſtematiker alle dieſe verſchiedenen Formen nur als Spielarten oder Varietäten einer einzigen „guten Species“ betrachten. Man findet in der That bei den meiſten Formengruppen Uebergangsformen und Zwiſchenſtufen zwiſchen den einzelnen Species in Hülle und Fülle.

Bei vielen Arten fehlen freilich die Uebergangsformen wirklich. Dies erklärt ſich indeſſen ganz einfach durch das Prinzip der Divergenz oder Sonderung, deſſen Bedeutung ich Ihnen früher erläutert habe. Der Umſtand, daß der Kampf um das Daſein um ſo heftiger zwiſchen zwei verwandten Formen iſt, je näher ſie ſich ſtehen, muß nothwendig das baldige Erlöſchen der verbindenden Zwiſchenformen zwiſchen zwei divergenten Arten begünſtigen. Wenn eine und dieſelbe Species nach verſchiedenen Richtungen auseinandergehende Varietäten hervorbringt, die ſich zu neuen Arten geſtalten, ſo muß der Kampf zwiſchen dieſen neuen Formen und der gemeinſamen Stammform um ſo lebhafter ſein, je weniger ſie ſich von einander entfernen, dagegen um ſo weniger gefährlich, je ſtärker die Divergenz iſt. Naturgemäß werden alſo die verbindenden Zwiſchenformen vorzugsweiſe und meiſtens ſehr ſchnell ausſterben, während die am meiſten divergenten Formen als getrennte „neue Arten“ übrig bleiben und ſich fortpflanzen. Dem entſprechend finden wir auch keine Uebergangsformen mehr in ſolchen Gruppen, welche ganz im Ausſterben begriffen ſind, wie z. B. unter den Vögeln die Strauße, unter den Säugethieren die Elephanten, Giraffen, Camele, Zahnarmen und Schnabelthiere. Dieſe im Erlöſchen begriffenen Formgruppen erzeugen keine neuen Varietäten mehr, und naturgemäß ſind hier die Arten ſogenannte „gute“, d. h. ſcharf von einander geſchiedene Species. In denjenigen Thiergruppen dagegen, wo noch die Entfaltung und der Fortſchritt ſich geltend macht, wo die exiſtirenden Arten durch Bildung neuer Varietäten in viele neue Arten auseinandergehen, finden wir überall maſſenhaft Uebergangsformen vor, welche der Syſtematik die größten Schwierigkeiten bereiten. Das iſt z. B. unter den Vögeln bei den Finken der Fall, unter den Säugethieren bei den meiſten Nagethieren (beſonders den mäuſe- und rattenartigen), bei einer Anzahl von Wiederkäuern und von echten Affen, insbeſondere bei den ſüdamerikaniſchen Rollaffen (Cebus) und vielen Anderen. Die fortwährende Entfaltung der Species durch Bildung neuer Varietäten erzeugt hier eine Maſſe von Zwiſchenformen, welche die ſogenannten guten

Arten verbinden, ihre Grenzen verwischen und ihre scharfe specifische Unterscheidung ganz illusorisch machen.

Daß dennoch keine vollständige Verwirrung der Formen, kein allgemeines Chaos in der Bildung der Thier- und Pflanzengestalten entsteht, hat einfach seinen Grund in dem Gegengewicht, welches gegenüber der Entstehung neuer Formen durch fortschreitende *Anpassung*, die *erhaltende* Macht der *Vererbung* ausübt. Der Grad von Beharrlichkeit und Veränderlichkeit, den jede organische Form zeigt, ist lediglich bedingt durch den jeweiligen Zustand des Gleichgewichts zwischen diesen beiden sich entgegenstehenden Funktionen. *Die Vererbung ist die Ursache der Beständigkeit der Species; die Anpassung ist die Ursache der Abänderung der Art.* Wenn also einige Naturforscher sagen, offenbar müßte nach der Abstammungslehre eine noch viel größere Mannichfaltigkeit der Formen stattfinden, und andere umgekehrt, es müßte eine viel strengere Gleichheit der Formen sich zeigen, so unterschätzen die ersteren das Gewicht der Vererbung und die letzteren das Gewicht der Anpassung. *Der Grad der Wechselwirkung zwischen der Vererbung und Anpassung bestimmt den Grad der Beständigkeit und Veränderlichkeit der organischen Species*, den dieselbe in jedem gegebenen Zeitabschnitt besitzt.

Ein weiterer Einwand gegen die Descendenztheorie, welcher in den Augen vieler Naturforscher und Philosophen ein großes Gewicht besitzt, besteht darin, daß dieselbe die *Entstehung zweckmäßig wirkender Organe durch zwecklos oder mechanisch wirkende Ursachen* behauptet. Dieser Einwurf erscheint namentlich von Bedeutung bei Betrachtung derjenigen Organe, welche offenbar für einen ganz bestimmten Zweck so vortrefflich angepaßt erscheinen, daß die scharfsinnigsten Mechaniker nicht im Stande sein würden, ein vollkommneres Organ für diesen Zweck zu erfinden. Solche Organe sind vor allen die höheren Sinnesorgane der Thiere, Auge und Ohr. Wenn man bloß die Augen und Gehörwerkzeuge der höheren Thiere kennte, so würden dieselben uns in der That große und vielleicht un-

überſteigliche Schwierigkeiten verurſachen. Wie könnte man ſich erklären, daß allein durch die natürliche Züchtung jener außerordentlich hohe und höchſt bewundernswürdige Grad der Vollkommenheit und der Zweckmäßigkeit in jeder Beziehung erreicht wird, welchen wir bei den Augen und Ohren der höheren Thiere wahrnehmen? Zum Glück hilft uns aber hier die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeſchichte über alle Hinderniſſe hinweg. Denn wenn wir die ſtufenweiſe Vervollkommnung der Augen und Ohren Schritt für Schritt im Thierreich verfolgen, ſo finden wir eine ſolche allmähliche Stufenleiter der Ausbildung vor, daß wir auf das ſchönſte die Entwickelung der höchſt verwickelten Organe durch alle Grade der Vollkommenheit hindurch verfolgen können. So erſcheint z. B. das Auge bei den niederſten Thieren als ein einfacher Farbſtofffleck, der noch kein Bild von äußeren Gegenſtänden entwerfen, ſondern höchſtens den Unterſchied der verſchiedenen Lichtſtrahlen wahrnehmen kann. Dann tritt zu dieſem ein empfindender Nerv hinzu. Später entwickelt ſich allmählich innerhalb jenes Pigmentflecks die erſte Anlage der Linſe, ein lichtbrechender Körper, der ſchon im Stande iſt, die Lichtſtrahlen zu concentriren und ein beſtimmtes Bild zu entwerfen. Aber es fehlen noch alle die zuſammengeſetzten Apparate für Akkommodation und Bewegung des Auges; die verſchieden lichtbrechenden Medien, die hoch differenzirte Sehnervenhaut u. ſ. w., welche bei den höheren Thieren dieſes Werkzeug ſo vollkommen geſtalten. Von jenem einfachſten Organ bis zu dieſem höchſt vollkommenen Apparat zeigt uns die vergleichende Anatomie in ununterbrochener Stufenleiter alle möglichen Uebergänge, ſo daß wir uns die ſtufenweiſe, allmähliche Bildung auch eines ſolchen höchſt complicirten Organes wohl anſchaulich machen können. Ebenſo wie wir im Laufe der individuellen Entwickelung einen gleichen ſtufenweiſen Fortſchritt in der Ausbildung des Organs unmittelbar verfolgen können, ebenſo muß derſelbe auch in der geſchichtlichen (phyletiſchen) Entſtehung des Organs ſtattgefunden haben.

Bei Betrachtung ſolcher höchſt vollkommenen Organe, die ſcheinbar von einem künſtleriſchen Schöpfer für ihre beſtimmte Thätigkeit

zweckmäßig erfunden und construirt, in der That aber durch die zwecklose Thätigkeit der natürlichen Züchtung mechanisch entstanden sind, empfinden viele Menschen ähnliche Schwierigkeiten des naturgemäßen Verständnisses, wie die rohen Naturvölker gegenüber den verwickelten Erzeugnissen unserer neuesten Maschinenkunst. Die Wilden, welche zum erstenmal ein Linienschiff oder eine Locomotive sehen, halten diese Gegenstände für die Erzeugnisse übernatürlicher Wesen, und können nicht begreifen, daß der Mensch, ein Organismus ihres Gleichen, eine solche Maschine hervorgebracht habe. Auch die ungebildeten Menschen unserer eigenen Rasse sind nicht im Stande, einen so verwickelten Apparat in seiner eigentlichen Wirksamkeit zu begreifen und die rein mechanische Natur desselben zu verstehen. Die meisten Naturforscher verhalten sich aber, wie Darwin sehr richtig bemerkt, gegenüber den Formen der Organismen nicht anders, als jene Wilden dem Linienschiff oder der Locomotive gegenüber. Das naturgemäße Verständniß von der rein mechanischen Entstehung der organischen Formen kann hier nur durch eine gründliche allgemeine biologische Bildung und durch die specielle Bekanntschaft mit der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte gewonnen werden.

Unter den übrigen gegen die Abstammungslehre erhobenen Einwürfen will ich hier endlich noch einen hervorheben und widerlegen, der namentlich in den Augen vieler Laien ein großes Gewicht besitzt: Wie soll man sich aus der Descendenztheorie die Geistesthätigkeiten der Thiere und namentlich die specifischen Aeußerungen derselben, die sogenannten Instinkte entstanden denken? Diesen schwierigen Gegenstand hat Darwin in einem besonderen Kapitel seines Hauptwerkes (im siebenten) so ausführlich behandelt, daß ich Sie hier darauf verweisen kann. Wir müssen die Instinkte wesentlich als Gewohnheiten der Seele auffassen, welche durch Anpassung erworben und durch Vererbung auf viele Generationen übertragen und befestigt worden sind. Die Instinkte verhalten sich demgemäß ganz wie andere Gewohnheiten, welche nach den Gesetzen der gehäuften Anpassung

(S. 209) und der befeſtigten Vererbung (S. 194) zur Entſtehung neuer Funktionen und ſomit auch neuer Formen ihrer Organe führen. Hier wie überall geht die Wechſelwirkung zwiſchen Funktion und Organ Hand in Hand. Ebenſo wie die Geiſtesfähigkeiten des Menſchen ſtufenweiſe durch fortſchreitende Anpaſſung des Gehirns erworben und durch dauernde Vererbung befeſtigt wurden, ſo ſind auch die Inſtinkte der Thiere, welche nur quantitativ, nicht qualitativ von jenen verſchieden ſind, durch ſtufenweiſe Vervollkommnung ihres Seelenorgans, des Centralnervenſyſtems, durch Wechſelwirkung der Anpaſſung und Vererbung, entſtanden. Die Inſtinkte werden bekanntermaßen vererbt; allein auch die Erfahrungen, alſo neue Anpaſſungen der Thierſeele, werden vererbt; und die Abrichtung der Hausthiere zu verſchiedenen Seelenthätigkeiten, welche die wilden Thiere nicht im Stande ſind auszuführen, beruht auf der Möglichkeit der Seelenanpaſſung. Wir kennen jetzt ſchon eine Reihe von Beiſpielen, in denen ſolche Anpaſſungen, nachdem ſie erblich durch eine Reihe von Generationen ſich übertragen hatten, ſchließlich als angeborene Inſtinkte erſchienen, und doch waren ſie von den Voreltern der Thiere erſt erworben. Hier iſt die Dreſſur durch Vererbung in Inſtinkt übergegangen. Die charakteriſtiſchen Inſtinkte der Jagdhunde, Schäferhunde und anderer Hausthiere, welche ſie mit auf die Welt bringen, ſind ebenſo wie die Naturinſtinkte der wilden Thiere von ihren Voreltern erſt durch Anpaſſung erworben worden. Sie ſind in dieſer Beziehung den angeblichen „Erkenntniſſen a priori“ des Menſchen zu vergleichen, die urſprünglich von unſeren uralten Vorfahren (gleich allen anderen Erkenntniſſen) „a posteriori“, durch ſinnliche Erfahrung, erworben wurden. Wie ich ſchon früher bemerkte, ſind offenbar die „Erkenntniſſe a priori“ erſt durch lange andauernde Vererbung von erworbenen Gehirnanpaſſungen aus urſprünglich empiriſchen „Erkenntniſſen a posteriori“ entſtanden (S. 29).

Die ſo eben beſprochenen und widerlegten Einwände gegen die Deſcendenztheorie dürften wohl die wichtigſten ſein, welche ihr ent-

gegengehalten worden sind. Ich glaube Ihnen deren Grundlosigkeit genügend dargethan zu haben. Die zahlreichen übrigen Einwürfe, welche außerdem noch gegen die Entwickelungslehre im Allgemeinen oder gegen den biologischen Theil derselben, die Abstammungslehre, im Besonderen erhoben worden sind, beruhen entweder auf einer solchen Unkenntniß der empirisch festgestellten Thatsachen, oder auf einem solchen Mangel an richtigem Verständniß derselben, und an Fähigkeit, die daraus nothwendig sich ergebenden Folgeschlüsse zu ziehen, daß es wirklich nicht der Mühe lohnen würde, hier näher auf ihre Widerlegung einzugehen. Nur einige allgemeine Gesichtspunkte möchte ich Ihnen in dieser Beziehung noch mit einigen Worten nahe legen.

Zunächst ist hinsichtlich des ersterwähnten Punktes zu bemerken, daß, um die Abstammungslehre vollständig zu verstehen, und um sich ganz von ihrer unerschütterlichen Wahrheit zu überzeugen, ein allgemeiner Ueberblick über die Gesammtheit des biologischen Erscheinungsgebietes unerläßlich ist. *Die Descendenztheorie ist eine biologische Theorie*, und man darf daher mit Fug und Recht verlangen, daß diejenigen Leute, welches darüber ein gültiges Urtheil fällen wollen, den erforderlichen Grad biologischer Bildung besitzen. Dazu genügt es nicht, daß sie in diesem oder jenem Gebiete der Zoologie, Botanik und Protistik specielle Erfahrungskenntnisse besitzen. Vielmehr müssen sie nothwendig eine *allgemeine Uebersicht der gesammten Erscheinungsreihen* wenigstens in einem der drei organischen Reiche besitzen. Sie müssen wissen, welche allgemeinen Gesetze aus der vergleichenden Morphologie und Physiologie der Organismen, insbesondere aus der vergleichenden Anatomie, aus der individuellen und paläontologischen Entwickelungsgeschichte u. s. w. sich ergeben, und sie müssen eine Vorstellung von dem tiefen *mechanischen, ursächlichen Zusammenhang* haben, in dem alle jene Erscheinungsreihen stehen. Selbstverständlich ist dazu ein gewisser [illegible] Allgemeiner Bildung und namentlich philosophischer Erziehung [illegible]logen, [illegible], den leider heutzutage nicht viele Leute für nöthig halten. [illegible]körpers bi[illegible]*e nothwendige Verbindung von empirischen*

Kenntniſſen und von philoſophiſchem Verſtändniß der biologiſchen Erſcheinungen kann die unerſchütterliche Ueberzeugung von der Wahrheit der Deſcendenztheorie nicht gewonnen werden.

Nun bitte ich Sie, gegenüber dieſer erſten Vorbedingung für das wahre Verſtändniß der Deſcendenztheorie, die bunte Menge von Leuten zu betrachten, die ſich herausgenommen haben, über dieſelbe mündlich oder ſchriftlich ein vernichtendes Urtheil zu fällen! Die meiſten derſelben ſind Laien, welche die wichtigſten biologiſchen Erſcheinungen entweder gar nicht kennen, oder doch keine Vorſtellung von ihrer tieferen Bedeutung beſitzen. Was würden Sie von einem Laien ſagen, der über die Zellentheorie urtheilen wollte, ohne jemals Zellen geſehen zu haben, oder über die Wirbeltheorie, ohne jemals vergleichende Anatomie getrieben zu haben? Und doch begegnen Sie ſolchen lächerlichen Anmaßungen in der Geſchichte der biologiſchen Deſcendenztheorie alle Tage! Sie hören Tauſende von Laien und von Halbgebildeten darüber ein entſcheidendes Urtheil fällen, die weder von Botanik, noch von Zoologie, weder von vergleichender Anatomie, noch von Gewebelehre, weder von Paläontologie, noch von Embryologie Etwas wiſſen. Daher kömmt es, daß, wie Huxley treffend ſagt, die allermeiſten gegen Darwin veröffentlichten Schriften das Papier nicht werth ſind, auf dem ſie geſchrieben wurden.

Sie könnten mir einwenden, daß ja unter den Gegnern der Deſcendenztheorie doch auch viele Naturforſcher, und ſelbſt manche berühmte Zoologen und Botaniker ſind. Die letzteren ſind jedoch meiſt ältere Gelehrte, die in ganz entgegengeſetzten Anſchauungen alt geworden ſind, und denen man nicht zumuthen kann, noch am Abend ihres Lebens ſich einer Reform ihrer, zur feſten Gewohnheit gewordenen, Weltanſchauung zu unterziehen. Sodann muß aber auch ausdrücklich hervorgehoben werden, daß nicht nur eine allgemeine Ueberſicht des ganzen biologiſchen Erſcheinungsgebiets, ſondern ole philoſophiſches Verſtändniß deſſelben nothwendige [illegible] gungen für die überzeugte Annahme der Deſcendenztheorie ſiegen die

finden Sie aber gerade diese unerläßlichen Vorbedingungen bei dem größten Theile der heutigen Naturforscher leider keineswegs erfüllt. Die Unmasse von neuen empirischen Thatsachen, mit denen uns die riesigen Fortschritte der neueren Naturwissenschaft bekannt gemacht haben, hat eine vorherrschende Neigung für das specielle Studium einzelner Erscheinungen und kleiner engbegrenzter Erfahrungsgebiete herbeigeführt. Darüber wird die Erkenntniß der übrigen Theile und namentlich des großen umfassenden Naturganzen meist völlig vernachlässigt. Jeder, der gesunde Augen und ein Mikroskop zum Beobachten, Fleiß und Geduld zum Sitzen hat, kann heutzutage durch mikroskopische „Entdeckungen" eine gewisse Berühmtheit erlangen, ohne doch den Namen eines Naturforschers zu verdienen. Dieser gebührt nur dem, der nicht bloß die einzelnen Erscheinungen zu kennen, sondern auch deren ursächlichen Zusammenhang zu erkennen strebt. Noch heute untersuchen und beschreiben die meisten Paläontologen die Versteinerungen, ohne die wichtigsten Thatsachen der Embryologie zu kennen. Andrerseits verfolgen die Embryologen die Entwickelungsgeschichte des einzelnen organischen Individuums, ohne eine Ahnung von der paläontologischen Entwickelungsgeschichte des ganzen zugehörigen Stammes zu haben, von welcher die Versteinerungen berichten. Und doch stehen diese beiden Zweige der organischen Entwickelungsgeschichte, die Ontogenie oder die Geschichte des Individuums, und die Phylogenie oder die Geschichte des Stammes, im engsten ursächlichen Zusammenhang, und die eine ist ohne die andere gar nicht zu verstehen. Aehnlich steht es mit dem systematischen und dem anatomischen Theile der Biologie. Noch heute giebt es in der Zoologie und Botanik zahlreiche Systematiker, welche in dem Irrthum arbeiten, durch bloße sorgfältige Untersuchung der äußeren und leicht zugänglichen Körperformen, ohne die tiefere Kenntniß ihres inneren Baues, das natürliche System der Thiere und Pflanzen construiren zu können. Andrerseits giebt es Anatomen und Histologen, welche das eigentliche Verständniß des Thier- und Pflanzenkörpers bloß durch die genaueste Erforschung des inneren Körperbaues

einer einzelnen Species, ohne die vergleichende Betrachtung der geſammten Körperform bei allen verwandten Organismen, gewinnen zu können meinen. Und doch ſteht auch hier, wie überall, Inneres und Aeußeres, Vererbung und Anpaſſung in der engſten Wechſelbeziehung, und das Einzelne kann nie ohne Vergleichung mit dem zugehörigen Ganzen wirklich verſtanden werden. Jenen einſeitigen Facharbeitern möchten wir daher mit Goethe zurufen:

„Müſſet im Naturbetrachten
„Immer Eins wie Alles achten.
„Nichts iſt drinnen, Nichts iſt draußen,
„Denn was innen, das iſt außen.“

und weiterhin:

„Natur hat weder Kern noch Schale,
„Alles iſt ſie mit einem Male.“

Noch viel nachtheiliger aber, als jene einſeitige Richtung, iſt für das allgemeine Verſtändniß des Naturganzen der Mangel an philoſophiſcher Bildung, durch welchen ſich die meiſten Naturforſcher der Gegenwart auszeichnen. Die vielfachen Verirrungen der früheren ſpekulativen Naturphiloſophie, aus dem erſten Drittel unſeres Jahrhunderts, haben bei den exakten empiriſchen Naturforſchern die ganze Philoſophie in einen ſolchen Mißkredit gebracht, daß dieſelben in dem ſonderbaren Wahne leben, das Gebäude der Naturwiſſenſchaft aus bloßen Thatſachen, ohne philoſophiſche Verknüpfung derſelben, aus bloßen Kenntniſſen, ohne Verſtändniß derſelben, aufbauen zu können. Während aber ein rein ſpeculatives, abſolut philoſophiſches Lehrgebäude, welches ſich nicht um die unerläßliche Grundlage der empiriſchen Thatſachen kümmert, ein Luftſchloß wird, das die erſte beſte Erfahrung über den Haufen wirft, ſo bleibt andrerſeits ein rein empiriſches, abſolut aus Thatſachen zuſammengeſetztes Lehrgebäude ein wüſter Steinhaufen, der nimmermehr den Namen eines Gebäudes verdienen wird. Die nackten, durch die Erfahrung feſtgeſtellten Thatſachen ſind immer nur die rohen Bauſteine, und ohne die denkende Verwerthung, ohne die philoſophiſche Verknüpfung

derselben kann keine Wissenschaft sich aufbauen. Wie ich Ihnen schon früher eindringlich vorzustellen versuchte, *entsteht nur durch die innigste Wechselwirkung und gegenseitige Durchdringung von Philosophie und Empirie das unerschütterliche Gebäude der wahren, monistischen Wissenschaft*, oder was dasselbe ist, der *Naturwissenschaft*.

Aus dieser beklagenswerthen Entfremdung der Naturforschung von der Philosophie, und aus dem rohen Empirismus, der heutzutage leider von den meisten Naturforschern als „exacte Wissenschaft" gepriesen wird, entspringen jene seltsamen Querſprünge des Verstandes, jene groben Verstöße gegen die elementare Logik, jenes Unvermögen zu den einfachsten Schlußfolgerungen, denen Sie heutzutage auf allen Wegen der Naturwissenschaft, ganz besonders aber in der Zoologie und Botanik begegnen können. Hier rächt sich die Vernachlässigung der philosophischen Bildung und Schulung des Geistes unmittelbar auf das Empfindlichste. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn jenen rohen Empirikern auch die tiefe innere Wahrheit der Descendenztheorie gänzlich verschlossen bleibt. Wie das triviale Sprichwort sehr treffend sagt, „sehen sie den Wald vor lauter Bäumen nicht." Nur durch allgemeinere philosophische Studien und namentlich durch strengere logische Erziehung des Geistes kann diesem schlimmen Uebelstande auf die Dauer abgeholfen werden (vergl. Gen. Morph. I, 63; II, 447).

Wenn Sie dieses Verhältniß recht erwägen, und mit Bezug auf die empirische Begründung der philosophischen Entwickelungstheorie weiter darüber nachdenken, so wird es Ihnen auch alsbald klar werden, wie es sich mit den vielfach geforderten *Beweisen für die Descendenztheorie* verhält. Je mehr sich die Abstammungslehre in den letzten Jahren allgemein Bahn gebrochen hat, je mehr sich alle wirklich denkenden jüngeren Naturforscher und alle wirklich biologisch gebildeten Philosophen von ihrer inneren Wahrheit und Unentbehrlichkeit überzeugt haben, desto lauter haben die Gegner derselben nach thatsächlichen Beweisen dafür gerufen. Dieselben Leute,

welche kurz nach dem Erſcheinen von Darwin's Werke daſſelbe für ein „bodenloſes Phantaſiegebäude", für eine „willkürliche Speculation", für einen „geiſtreichen Traum" erklärten, dieſelben laſſen ſich jetzt gütig zu der Erklärung herab, daß die Deſcendenztheorie allerdings eine wiſſenſchaftliche „Hypotheſe" ſei, daß dieſelbe aber erſt noch „bewieſen" werden müſſe. Wenn dieſe Aeußerungen von Leuten geſchehen, die nicht die erforderliche empiriſch-philoſophiſche Bildung, die nicht die nöthigen Kenntniſſe in der vergleichenden Anatomie, Embryologie und Paläontologie beſitzen, ſo läßt man ſich das gefallen, und verweiſt ſie auf die in jenen Wiſſenſchaften niedergelegten Argumente. Wenn aber die gleichen Aeußerungen von anerkannten Fachmännern geſchehen, von Lehrern der Zoologie und Botanik, die doch von Rechtswegen einen Ueberblick über das Geſammtgebiet ihrer Wiſſenſchaft beſitzen ſollten, oder die wirklich mit den Thatſachen jener genannten Wiſſenſchaftsgebiete vertraut ſind, dann weiß man in der That nicht, was man dazu ſagen ſoll. Diejenigen, denen ſelbſt der jetzt bereits gewonnene Schatz an empiriſcher Naturkenntniß nicht genügt, um darauf die Deſcendenztheorie ſicher zu begründen, die werden auch durch keine andere, etwa noch ſpäter zu entdeckende Thatſache von ihrer Wahrheit überzeugt werden. Denn man kann ſich keine Verhältniſſe vorſtellen, welche ſtärkeres und vollgültigeres Zeugniß für die Wahrheit der Abſtammungslehre ablegen könnten, als es z. B. die bekannten Thatſachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie ſchon jetzt thun. Ich muß Sie hier wiederholt darauf hinweiſen, daß alle großen, allgemeinen Geſetze und alle umfaſſenden Erſcheinungsreihen der verſchiedenſten biologiſchen Gebiete einzig und allein durch die Entwickelungstheorie (und ſpeciell durch den biologiſchen Theil derſelben, die Deſcendenztheorie) erklärt und verſtanden werden können, und daß ſie ohne dieſelbe gänzlich unerklärt und unbegriffen bleiben. Sie alle begründen in ihrem inneren urſächlichen Zuſammenhang die Deſcendenztheorie als das größte biologiſche Inductionsgeſetz. Erlauben Sie mir, Ihnen ſchließlich

nochmals alle jene Inductionsreihen, alle jene allgemeinen biologiſchen Geſetze, auf welchen dieſes umfaſſende Entwickelungsgeſetz unumſtößlich feſt ruht, im Zuſammenhange zu nennen:

1) Die paläontologiſche Entwickelungsgeſchichte der Organismen, das ſtufenweiſe Auftreten und die hiſtoriſche Reihenfolge der verſchiedenen Arten und Artengruppen, die empiriſchen Geſetze des paläontologiſchen Artenwechſels, wie ſie uns durch die Verſteinerungskunde geliefert werden, insbeſondere die fortſchreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Thier- und Pflanzengruppen in den auf einander folgenden Perioden der Erdgeſchichte.

2) Die individuelle Entwickelungsgeſchichte der Organismen, die Embryologie und Metamorphologie, die ſtufenweiſen Veränderungen in der allmählichen Ausbildung des Körpers und ſeiner einzelnen Organe, namentlich die fortſchreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Organe und Körpertheile in den auf einander folgenden Perioden der individuellen Entwickelung.

3) Der innere urſächliche Zuſammenhang zwiſchen der Ontogenie und Phylogenie, der Parallelismus zwiſchen der individuellen Entwickelungsgeſchichte der Organismen und der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte ihrer Vorfahren, ein Cauſalnexus, der durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung thatſächlich begründet wird, und der ſich in den Worten zuſammenfaſſen läßt: Die Ontogenie wiederholt in großen Zügen nach den Geſetzen der Vererbung und Anpaſſung das Geſammtbild der Phylogenie.

4) Die vergleichende Anatomie der Organismen, der Nachweis von der weſentlichen Uebereinſtimmung des inneren Baues der verwandten Organismen, trotz der größten Verſchiedenheit der äußeren Form bei den verſchiedenen Arten; die Erklärung derſelben durch die urſächliche Abhängigkeit der inneren Uebereinſtimmung des Baues von der Vererbung, der äußeren Ungleichheit der Körperform von der Anpaſſung.

5) Der innere urſächliche Zuſammenhang zwiſchen der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeſchichte, die harmoniſche Uebereinſtimmung zwiſchen den Geſetzen der ſtufenweiſen Ausbildung, der fortſchreitenden Differenzirung und Vervollkommnung, wie ſie uns durch die vergleichende Anatomie auf der einen Seite, durch die Ontogenie und Paläontologie auf der anderen Seite klar vor Augen gelegt werden.

6) Die Unzweckmäßigkeitslehre oder Dysteleologie, wie ich früher die Wiſſenſchaft von den rudimentären Organen, von den verkümmerten und entarteten, zweckloſen und unthätigen Körpertheilen genannt habe; einer der wichtigſten und intereſſanteſten Theile der vergleichenden Anatomie, welcher, richtig gewürdigt, für ſich allein ſchon im Stande iſt, den Grundirrthum der teleologiſchen und dualiſtiſchen Naturbetrachtung zu widerlegen, und die alleinige Begründung der mechaniſchen und moniſtiſchen Weltanſchauung zu beweiſen.

7) Das natürliche Syſtem der Organismen, die natürliche Gruppirung aller verſchiedenen Formen von Thieren, Pflanzen und Protiſten in zahlreiche, kleinere und größere, neben und über einander geordnete Gruppen; der verwandtſchaftliche Zuſammenhang der Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen, Klaſſen, Stämme u. ſ. w.; ganz beſonders aber die baumförmig verzweigte Geſtalt des natürlichen Syſtems, welche aus einer naturgemäßen Anordnung und Zuſammenſtellung aller dieſer Gruppenſtufen oder Kategorien ſich von ſelbſt ergiebt. Die ſtufenweis verſchiedene Formverwandtſchaft derſelben iſt nur dann erklärlich, wenn man ſie als Ausdruck der wirklichen Blutsverwandtſchaft betrachtet; die Baumform des natürlichen Syſtems kann nur als wirklicher Stammbaum der Organismen verſtanden werden.

8) Die Chorologie der Organismen, die Wiſſenſchaft von der räumlichen Verbreitung der organiſchen Species, von ihrer geographiſchen und topographiſchen Vertheilung über die Erdoberfläche, über die Höhen der Gebirge und die Tiefen

des Meeres, insbesondere die wichtige Erscheinung, daß jede Organismenart von einem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte" (richtiger „Urheimath" oder „Ausbreitungscentrum" genannt) ausgeht, d. h. von einem einzigen Orte, an welchem dieselbe einmal entstand, und von dem aus sie sich verbreitete.

9) Die Oecologie der Organismen, die Wissenschaft von den gesammten Beziehungen der Organismen zur umgebenden Außenwelt, zu den organischen und anorganischen Existenzbedingungen; die sogenannte „Oekonomie der Natur", die Wechselbeziehungen aller Organismen, welche an einem und demselben Orte mit einander leben, ihre Anpassung an die Umgebung, ihre Umbildung durch den Kampf um's Dasein, insbesondere die Verhältnisse des Parasitismus u. s. w. Gerade diese Erscheinungen der „Naturökonomie", welche der Laie bei oberflächlicher Betrachtung als die weisen Einrichtungen eines planmäßig wirkenden Schöpfers anzusehen pflegt, zeigen sich bei tieferem Eingehen als die nothwendigen Folgen mechanischer Ursachen.

10) Die Einheit der gesammten Biologie, der tiefe innere Zusammenhang, welcher zwischen allen genannten und allen übrigen Erscheinungsreihen in der Zoologie, Protistik uud Botanik besteht, und welcher sich einfach und natürlich aus einem einzigen gemeinsamen Grunde derselben erklärt. Dieser Grund kann kein anderer sein, als die gemeinsame Abstammung aller verschiedenartigen Organismen von einer einzigen, oder mehreren, absolut einfachen Stammformen, gleich den organlosen Moneren. Indem die Descendenztheorie diese gemeinsame Abstammung annimmt, wirft sie sowohl auf jene einzelnen Erscheinungsreihen, als auf die Gesammtheit derselben ein erklärendes Licht, ohne welches sie uns in ihrem inneren ursächlichen Zusammenhang ganz unverständlich bleiben. Die Gegner der Descendenztheorie vermögen uns weder eine einzige von jenen Erscheinungsreihen, noch ihren inneren Zusammenhang unter einander irgendwie zu erklären. So lange sie dies nicht vermögen, bleibt die Abstammungslehre die unentbehrlichste biologische Theorie.

Auf Grund der angeführten großartigen Zeugnisse würden wir Lamarck's Descendenztheorie zur Erklärung der biologischen Phänomene selbst dann annehmen müssen, wenn wir nicht Darwin's Selectionstheorie besäßen. Nun kommt aber dazu, daß die erstere durch die letztere so vollständig direkt bewiesen und durch mechanische Ursachen begründet wird, wie wir es nur verlangen können. Die Gesetze der Vererbung und der Anpassung sind allgemein anerkannte physiologische Thatsachen; jene sind auf die Fortpflanzung, diese auf die Ernährung der Zellen zurückführbar. Andrerseits ist der Kampf um's Dasein eine biologische Thatsache, welche mit mathematischer Nothwendigkeit aus dem allgemeinen Mißverhältniß zwischen der Durchschnittszahl der organischen Individuen und der Ueberzahl ihrer Keime folgt. Indem aber Anpassung und Vererbung im Kampf um's Dasein sich in beständiger Wechselwirkung befinden, folgt daraus unvermeidlich die natürliche Züchtung, welche überall und beständig umbildend auf die organischen Arten einwirkt, und neue Arten durch Divergenz des Charakters erzeugt. Besonders begünstigt wird ihre Wirksamkeit noch durch die überall stattfindenden aktiven und passiven Wanderungen der Organismen. Wenn wir diese Umstände recht in Erwägung ziehen, so erscheint uns die beständige und allmähliche Umbildung oder Transmutation der organischen Species als ein biologischer Prozeß, welcher nach dem Causalgesetz mit Nothwendigkeit aus der eigenen Natur der Organismen und ihren gegenseitigen Wechselbeziehungen folgen muß.

Daß auch der Ursprung des Menschen aus diesem allgemeinen organischen Umbildungsvorgang erklärt werden muß, und daß er sich aus diesem ebenso einfach als natürlich erklärt, glaube ich Ihnen im vorletzten Vortrage hinreichend bewiesen zu haben. Ich kann aber hier nicht umhin, Sie nochmals auf den ganz unzertrennlichen Zusammenhang dieser sogenannten „Affenlehre" oder „Pithekoidentheorie" mit der gesammten Descendenztheorie hinzuweisen. Wenn die letztere das größte Inductionsgesetz der Biologie ist, so folgt daraus die erstere mit Nothwendigkeit, als das wichtigste Deductionsgesetz

derselben. Beide stehen und fallen mit einander. Da auf das richtige Verständniß dieses Satzes, den ich für höchst wichtig halte und deshalb schon mehrmals hervorgehoben habe, hier Alles ankommt, so erlauben Sie mir, denselben jetzt noch an einem Beispiele zu erläutern.

Bei allen Säugethieren, die wir kennen, ist der Centraltheil des Nervensystems das Rückenmark und das Gehirn, und der Centraltheil des Blutkreislaufs ein vierfächeriges, aus zwei Kammern und zwei Vorkammern zusammengesetztes Herz. Wir ziehen daraus den allgemeinen Inductionsschluß, daß alle Säugethiere ohne Ausnahme, die ausgestorbenen und die uns noch unbekannten lebenden Arten, eben so gut wie die von uns untersuchten Species, die gleiche Organisation, ein gleiches Herz, Gehirn und Rückenmark besitzen. Wenn nun in irgend einem Erdtheile, wie es noch jetzt alljährlich vorkömmt, irgend eine neue Säugethierart entdeckt wird, z. B. eine neue Beutelthierart, oder eine neue Hirschart, oder eine neue Affenart, so weiß jeder Zoolog von vornherein, ohne den inneren Bau derselben untersucht zu haben, ganz bestimmt, daß diese Species, eben so wie alle übrigen Säugethiere, ein vierfächeriges Herz, ein Gehirn und ein Rückenmark besitzen muß. Keinem einzigen Naturforscher fällt es ein, daran zu zweifeln, und etwa zu denken, daß das Centralnervensystem bei dieser neuen Säugethierart möglicherweise aus einem Bauchmark mit Schlundring, wie bei den Gliederthieren, oder aus zerstreuten Knotenpaaren, wie bei den Weichthieren bestehen könnte; oder daß das Herz vielkammerig, wie bei den Insekten, oder einkammerig, wie bei den Mantelthieren sein könnte. Jener ganz bestimmte und sichere Schluß, welcher doch auf gar keiner unmittelbaren Erfahrung beruht, ist ein Deductionsschluß. Ebenso begründete Goethe, wie ich in einem früheren Vortrage zeigte, aus der vergleichenden Anatomie der Säugethiere den allgemeinen Inductionsschluß, daß dieselben sämmtlich einen Zwischenkiefer besitzen, und zog daraus später den besonderen Deductionsschluß, daß auch der Mensch, der in allen übrigen Beziehungen nicht wesentlich von den anderen Säugethieren verschieden sei, einen solchen Zwischenkiefer besitzen müsse. Er behauptete diesen Schluß, ohne den Zwi-

ſchenkiefer des Menſchen wirklich geſehen zu haben, und bewies deſſen Exiſtenz erſt nachträglich durch die wirkliche Beobachtung (S. 76).

Die Induction iſt alſo ein logiſches Schlußverfahren aus dem Beſonderen auf das Allgemeine, aus vielen einzelnen Erfahrungen auf ein allgemeines Geſetz; die Deduction dagegen ſchließt aus dem Allgemeinen auf das Beſondere, aus einem allgemeinen Naturgeſetze auf einen einzelnen Fall. So iſt nun auch ohne allen Zweifel die Deſcendenztheorie ein durch alle genannten biologiſchen Erfahrungen empiriſch begründetes großes Inductionsgeſetz; die Pithekoidentheorie dagegen, die Behauptung, daß der Menſch ſich aus niederen, und zunächſt aus affenartigen Säugethieren, entwickelt habe, ein einzelnes Deductionsgeſetz, welches mit jenem allgemeinen Inductionsgeſetze unzertrennlich verbunden iſt.

Der Stammbaum des Menſchengeſchlechts, deſſen ungefähre Umriſſe ich Ihnen im vorletzten Vortrage gegeben habe, bleibt natürlich (gleich allen vorher erörterten Stammbäumen der Thiere und Pflanzen) in allen ſeinen Einzelheiten nur eine mehr oder weniger annähernde genealogiſche Hypotheſe. Dies thut aber der Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen im Ganzen keinen Eintrag. Hier, wie bei allen Unterſuchungen über die Abſtammungsverhältniſſe der Organismen, müſſen Sie wohl unterſcheiden zwiſchen der allgemeinen oder generellen Deſcendenz-Theorie, und der beſonderen oder ſpeciellen Deſcendenz-Hypotheſe. Die allgemeine Abſtammungs-Theorie beanſprucht volle und bleibende Geltung, weil ſie durch alle vorher genannten allgemeinen biologiſchen Erſcheinungsreihen und durch deren inneren urſächlichen Zuſammenhang inductiv begründet wird. Jede beſondere Abſtammungs-Hypotheſe dagegen iſt in ihrer ſpeciellen Geltung durch den jeweiligen Zuſtand unſerer biologiſchen Erkenntniß bedingt, und durch die Ausdehnung der objektiven empiriſchen Grundlage, auf welche wir durch ſubjektive Schlüſſe dieſe Hypotheſe deductiv gründen. Daher beſitzen alle einzelnen Verſuche zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer Organismengruppe immer nur einen zeitweiligen und bedingten Werth, und unſere ſpecielle Hypotheſe darüber

wird immer mehr vervollkommnet werden, je weiter wir in der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie der betreffenden Gruppe fortschreiten. Je mehr wir uns dabei aber in genealogische Einzelheiten verlieren, je weiter wir die einzelnen Aeste und Zweige des Stammbaumes verfolgen, desto unsicherer und subjektiver wird, wegen der Unvollständigkeit der empirischen Grundlagen, unsere specielle Abstammungs-*Hypothese*. Dies thut jedoch der Sicherheit der generellen Abstammungs-*Theorie*, welche das unentbehrliche Fundament für jedes tiefere Verständniß der biologischen Erscheinungen ist, keinen Abbruch. So erleidet es denn auch keinen Zweifel, daß wir die Abstammung des Menschen zunächst aus affenartigen, weiterhin aus niederen Säugethieren, und so immer weiter aus immer tieferen Stufen des Wirbelthierstammes, bis zu dessen tiefsten wirbellosen Wurzeln, ja bis zu einer einfachen Plastide herunter, als allgemeine *Theorie* mit voller Sicherheit behaupten können und müssen. Dagegen wird die specielle Verfolgung des menschlichen Stammbaums, die nähere Bestimmung der uns bekannten Thierformen, welche entweder wirklich zu den Vorfahren des Menschen gehörten oder diesen wenigstens nächststehende Blutsverwandte waren, stets eine mehr oder minder annähernde Descendenz-*Hypothese* bleiben, welche um so mehr Gefahr läuft, sich von dem wirklichen Stammbaum zu entfernen, je näher sie demselben durch Aufsuchung der einzelnen Ahnenformen zu kommen sucht. Dies ist mit Nothwendigkeit durch die ungeheure Lückenhaftigkeit unserer paläontologischen Kenntnisse bedingt, welche unter keinen Umständen jemals eine annähernde Vollständigkeit erreichen werden.

Aus der denkenden Erwägung dieses wichtigen Verhältnisses ergiebt sich auch bereits die Antwort auf eine Frage, welche gewöhnlich zunächst bei Besprechung dieses Gegenstandes aufgeworfen wird, nämlich die Frage nach den wissenschaftlichen *Beweisen für den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts*. Nicht allein die Gegner der Descendenztheorie, sondern auch viele Anhänger derselben, denen die gehörige philosophische Bildung mangelt, pflegen dabei vorzugsweise an einzelne Erfahrungen, an specielle empirische Fortschritte

der Naturwiſſenſchaft zu denken. Man erwartet, daß plötzlich die Entdeckung einer geſchwänzten Menſchenraſſe oder einer ſprechenden Affenart, oder einer anderen lebenden oder foſſilen Uebergangsform zwiſchen Menſchen und Affen, die zwiſchen beiden beſtehende enge Kluft noch mehr ausfüllen und ſomit die Abſtammung des Menſchen vom Affen empiriſch „beweiſen" ſoll. Derartige einzelne Erfahrungen, und wären ſie anſcheinend noch ſo überzeugend und beweiskräftig, können aber niemals den gewünſchten Beweis liefern. Gedankenloſe oder mit den biologiſchen Erſcheinungsreihen unbekannte Leute werden jenen einzelnen Zeugniſſen immer dieſelben Einwände entgegen halten können, die ſie unſerer Theorie auch jetzt entgegen halten.

Die unumſtößliche Sicherheit der Deſcendenz-Theorie, auch in ihrer Anwendung auf den Menſchen, liegt vielmehr viel tiefer, und kann niemals bloß durch einzelne empiriſche Erfahrungen, ſondern nur durch philoſophiſche Vergleichung und Verwerthung unſeres geſammten biologiſchen Erfahrungsſchatzes in ihrem wahren inneren Werthe erkannt werden. Sie liegt eben darin, daß die Deſcendenztheorie als ein allgemeines Inductionsgeſetz aus der vergleichenden Syntheſe aller organiſchen Naturerſcheinungen, und insbeſondere aus der dreifachen Parallele der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie mit Nothwendigkeit folgt; und die Pithekoidentheorie bleibt unter allen Umſtänden (ganz abgeſehen von allen Einzelbeweiſen) ein ſpecieller Deductionsſchluß, welcher wieder aus dem generellen Inductionsgeſetz der Deſcendenztheorie mit Nothwendigkeit gefolgert werden muß.

Auf das richtige Verſtändniß dieſer philoſophiſchen Begründung der Deſcendenztheorie und der mit ihr unzertrennlich verbundenen Pithekoidentheorie kommt meiner Anſicht nach Alles an. Viele von Ihnen werden mir dies vielleicht zugeben, aber mir zugleich entgegen halten, daß das Alles nur von der körperlichen, nicht von der geiſtigen Entwickelung des Menſchen gelte. Da wir nun bisher uns bloß mit der erſteren beſchäftigt haben, ſo iſt es wohl nothwendig, hier auch noch auf die letztere einen Blick zu werfen, und zu zeigen, daß auch ſie jenem großen allgemeinen Entwickelungsgeſetze

unterworfen ist. Dabei ist es vor Allem nothwendig, sich in's Gedächtniß zurückzurufen, wie überhaupt das Geistige vom Körperlichen nie völlig geschieden werden kann, beide Seiten der Natur vielmehr unzertrennlich verbunden sind, und in der innigsten Wechselwirkung mit einander stehen. Wie schon Goethe klar aussprach, „kann die Materie nie ohne Geist, der Geist nie ohne Materie existiren und wirksam sein". Der künstliche Zwiespalt, welchen die falsche dualistische und teleologische Philosophie der Vergangenheit zwischen Geist und Körper, zwischen Kraft und Stoff aufrecht erhielt, ist durch die Fortschritte der Naturerkenntniß und namentlich der Entwickelungslehre aufgelöst, und kann gegenüber der siegreichen mechanischen und monistischen Philosophie unserer Zeit nicht mehr bestehen. Wie demgemäß die Menschennatur in ihrer Stellung zur übrigen Welt aufgefaßt werden muß, hat in neuerer Zeit besonders Radenhausen in seiner vortrefflichen „Isis" [88]) und Hartmann in seiner berühmten „Philosophie des Unbewußten" ausführlich erörtert.

Was nun speciell den Ursprung des menschlichen Geistes oder der Seele des Menschen betrifft, so nehmen wir zunächst an jedem menschlichen Individuum wahr, daß sich dieselbe von Anfang an schrittweise und allmählich entwickelt, ebenso wie der Körper. Wir sehen am neugeborenen Kinde, daß dasselbe weder selbstständiges Bewußtsein, noch überhaupt klare Vorstellungen besitzt. Diese entstehen erst allmählich, wenn mittelst der sinnlichen Erfahrung die Erscheinungen der Außenwelt auf das Centralnervensystem einwirken. Aber noch entbehrt das kleine Kind aller jener differenzirten Seelenbewegungen, welche der erwachsene Mensch erst durch langjährige Erfahrung erwirbt. Aus dieser stufenweisen Entwickelung der Menschenseele in jedem einzelnen Individuum können wir nun, gemäß dem innigen ursächlichen Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie, unmittelbar auf die stufenweise Entwickelung der Menschenseele in der ganzen Menschheit und weiterhin in dem ganzen Wirbelthierstamme zurückschließen. In unzertrennlicher Verbindung mit dem Körper hat auch der Geist des Menschen alle jene langsamen Stufen der Entwickelung, alle jene einzelnen

Schritte der Differenzirung und Vervollkommnung durchmessen müssen, von welchen Ihnen die hypothetische Ahnenreihe des Menschen im vorletzten Vortrage ein ungefähres Bild gegeben hat.

Allerdings pflegt gerade diese Vorstellung bei den meisten Menschen, wenn sie zuerst mit der Entwickelungslehre bekannt werden, den größten Anstoß zu erregen, weil sie am meisten den hergebrachten mythologischen Anschauungen und den durch ein Alter von Jahrtausenden geheiligten Vorurtheilen widerspricht. Allein eben so gut wie alle anderen Funktionen der Organismen muß nothwendig auch die Menschenseele sich historisch entwickelt haben, und die vergleichende Seelenlehre oder die empirische Psychologie der Thiere zeigt uns klar, daß diese Entwickelung nur gedacht werden kann als eine stufenweise Hervorbildung aus der Wirbelthierseele, als eine allmähliche Differenzirung und Vervollkommnung, welche erst im Laufe vieler Jahrtausende zu dem herrlichen Triumph des Menschengeistes über seine niederen thierischen Ahnenstufen geführt hat. Hier, wie überall, ist die Untersuchung der Entwickelung und die Vergleichung der verwandten Erscheinungen der einzige Weg, um zur Erkenntniß der natürlichen Wahrheit zu gelangen. Wir müssen also vor Allem, wie wir es auch bei Untersuchung der körperlichen Entwickelung thaten, die höchsten thierischen Erscheinungen einerseits mit den niedersten thierischen, andrerseits mit den niedersten menschlichen Erscheinungen vergleichen. Das Endresultat dieser Vergleichung ist, daß *zwischen den höchstentwickelten Thierseelen und den tiefstentwickelten Menschenseelen nur ein geringer quantitativer, aber kein qualitativer Unterschied existirt*, und daß dieser Unterschied viel geringer ist, als der Unterschied zwischen den niedersten und höchsten Menschenseelen, oder als der Unterschied zwischen den höchsten und niedersten Thierseelen.

Um sich von der Begründung dieses wichtigen Resultates zu überzeugen, muß man vor Allem das Geistesleben der wilden Naturvölker und der Kinder vergleichend studiren [51]). Auf der tiefsten Stufe menschlicher Geistesbildung stehen die Australier, einige Stämme der polynesischen Papuas, und in Afrika die Buschmänner, die Hottentotten

und einige Stämme der Neger. Die Sprache, der wichtigste Charakter des echten Menschen, ist bei ihnen auf der tiefsten Stufe der Ausbildung stehen geblieben, und damit natürlich auch die Begriffsbildung. Manche dieser wilden Stämme haben nicht einmal eine Bezeichnung für Thier, Pflanze, Ton, Farbe und dergleichen einfachste Begriffe, wogegen sie für jede einzelne auffallende Thier- oder Pflanzenform, für jeden einzelnen Ton oder Farbe ein Wort besitzen. Es fehlen also selbst die nächstliegenden Abstractionen. In vielen solcher Sprachen giebt es bloß Zahlwörter für Eins, Zwei und Drei; keine australische Sprache zählt über Vier. Sehr viele wilde Völker können nur bis zehn oder zwanzig zählen, während man einzelne sehr gescheidte Hunde dazu gebracht hat, bis vierzig und selbst über sechzig zu zählen. Und doch ist die Zahl der Anfang der Mathematik! Einzelne von den wildesten Stämmen im südlichen Asien und östlichen Afrika haben von der ersten Grundlage aller menschlichen Gesittung, vom Familienleben und der Ehe, noch gar keinen Begriff. Sie leben in umherschweifenden Heerden beisammen, welche in ihrer ganzen Lebensweise mehr Aehnlichkeit mit wilden Affenheerden, als mit civilisirten Menschen-Staaten besitzen. Alle Versuche, diese und viele andere Stämme der niederen Menschenarten der Kultur zugänglich zu machen, sind bisher gescheitert; es ist unmöglich, da menschliche Bildung pflanzen zu wollen, wo der nöthige Boden dazu, die menschliche Gehirnvervollkommnung, noch fehlt. Noch keiner von jenen Stämmen ist durch die Kultur veredelt worden; sie gehen nur rascher dadurch zu Grunde. Sie haben sich kaum über jene tiefste Stufe des Uebergangs vom Menschenaffen zum Affenmenschen erhoben, welche die Stammeltern der höheren Menschenarten schon seit Jahrtausenden überschritten haben[44]).

Betrachten Sie nun auf der anderen Seite die höchsten Entwickelungsstufen des Seelenlebens bei den höheren Wirbelthieren, namentlich Vögeln und Säugethieren. Wenn Sie in herkömmlicher Weise als die drei Hauptgruppen der verschiedenen Seelenbewegungen das Empfinden, Wollen und Denken unterscheiden, so finden Sie, daß in jeder dieser Beziehungen die höchst entwickelten Vögel und Säugethiere

jenen niederſten Menſchenformen ſich an die Seite ſtellen, oder ſie ſelbſt entſchieden überflügeln. Der Wille iſt bei den höheren Thieren ebenſo entſchieden und ſtark, wie bei charaktervollen Menſchen entwickelt. Hier wie dort iſt er eigentlich niemals frei, ſondern ſtets durch eine Kette von urſächlichen Vorſtellungen bedingt (vergl. S. 212). Auch ſtufen ſich die verſchiedenen Grade des Willens, der Energie und der Leidenſchaft bei den höheren Thieren ebenſo mannichfaltig, als bei den Menſchen ab. Die Empfindungen der höheren Thiere ſind nicht weniger zart und warm, als die der Menſchen. Die Treue und Anhänglichkeit des Hundes, die Mutterliebe der Löwin, die Gattenliebe und eheliche Treue der Tauben und der Inſeparables iſt ſprichwörtlich, und wie vielen Menſchen könnte ſie zum Muſter dienen! Wenn man hier die Tugenden als „Inſtinkte" zu bezeichnen pflegt, ſo verdienen ſie beim Menſchen ganz dieſelbe Bezeichnung. Was endlich das Denken betrifft, deſſen vergleichende Betrachtung zweifelsohne die meiſten Schwierigkeiten bietet, ſo läßt ſich doch ſchon aus der vergleichenden pſychologiſchen Unterſuchung, namentlich der kultivirten Hausthiere, ſo viel mit Sicherheit entnehmen, daß die Vorgänge des Denkens hier nach denſelben Geſetzen, wie bei uns, erfolgen. Ueberall liegen Erfahrungen den Vorſtellungen zu Grunde und vermitteln die Erkenntniß des Zuſammenhangs zwiſchen Urſache und Wirkung. Ueberall iſt es, wie beim Menſchen, der Weg der Induction und Deduction, welcher die Thiere zur Bildung der Schlüſſe führt. Offenbar ſtehen in allen dieſen Beziehungen die höchſt entwickelten Thiere dem Menſchen viel näher als den niederen Thieren, obgleich ſie durch eine lange Kette von allmählichen Zwiſchenſtufen auch mit den letzteren verbunden ſind. In Wundts trefflichen Vorleſungen über die Menſchen- und Thierſeele [46]) finden ſich dafür eine Menge von Belegen.

Wenn Sie nun, nach beiden Richtungen hin vergleichend, die niederſten affenähnlichſten Menſchen, die Auſtralneger, Buſchmänner, Andamanen u. ſ. w. einerſeits mit dieſen höchſtentwickelten Thieren, z. B. Affen, Hunden, Elephanten, andrerſeits mit den höchſtentwickelten Menſchen, einem Ariſtoteles, Newton, Spinoza, Kant, La-

marck, Goethe zuſammenſtellen, ſo wird Ihnen die Behauptung nicht mehr übertrieben erſcheinen, daß das Seelenleben der höheren Säugethiere ſich ſtufenweiſe zu demjenigen des Menſchen entwickelt hat. Wenn Sie hier eine ſcharfe Grenze ziehen wollten, ſo müßten Sie dieſelbe geradezu zwiſchen den höchſtentwickelten Kulturmenſchen einerſeits und den roheſten Naturmenſchen andrerſeits ziehen, und letztere mit den Thieren vereinigen. Das iſt in der That die Anſicht vieler Reiſender, welche jene niederſten Menſchenraſſen in ihrem Vaterlande andauernd beobachtet haben. So ſagt z. B. ein vielgereiſter Engländer, welcher längere Zeit an der afrikaniſchen Weſtküſte lebte: „den Neger halte ich für eine niedere Menſchenart (Species) und kann mich nicht entſchließen, als „Menſch und Bruder" auf ihn herabzuſchauen, man müßte denn auch den Gorilla in die Familie aufnehmen". Selbſt viele chriſtliche Miſſionäre, welche nach jahrelanger vergeblicher Arbeit von ihren fruchtloſen Civiliſationsbeſtrebungen bei den niederſten Völkern abſtanden, fällen daſſelbe harte Urtheil, und behaupten, daß man eher die bildungsfähigen Hausthiere, als dieſe unvernünftigen viehiſchen Menſchen zu einem geſitteten Kulturleben erziehen könne. Der tüchtige öſterreichiſche Miſſionär Morlang z. B., welcher ohne allen Erfolg viele Jahre hindurch die affenartigen Negerſtämme am oberen Nil zu civiliſiren ſuchte, ſagt ausdrücklich, „daß unter ſolchen Wilden jede Miſſion durchaus nutzlos ſei. Sie ſtänden weit unter den unvernünftigen Thieren; dieſe letzteren legten doch wenigſtens Zeichen der Zuneigung gegen Diejenigen an den Tag, die freundlich gegen ſie ſind; während jene viehiſchen Eingeborenen allen Gefühlen der Dankbarkeit völlig unzugänglich ſeien."

Wenn nun aus dieſen und vielen anderen Zeugniſſen zuverläſſig hervorgeht, daß die geiſtigen Unterſchiede zwiſchen den niederſten Menſchen und den höchſten Thieren geringer ſind, als diejenigen zwiſchen den niederſten und den höchſten Menſchen, und wenn Sie damit die Thatſache zuſammenhalten, daß bei jedem einzelnen Menſchenkinde ſich das Geiſtesleben aus dem tiefſten Zuſtande thieriſcher Bewußtloſigkeit heraus langſam, ſtufenweiſe und allmählich entwickelt, ſollen wir dann

noch daran Anstoß nehmen, daß auch der Geist des ganzen Menschengeschlechts sich in gleicher Art langsam und stufenweise historisch entwickelt hat? Und sollen wir in dieser Thatsache, daß die Menschenseele durch einen langen und langsamen Prozeß der Differenzirung und Vervollkommnung sich ganz allmählich aus der Wirbelthierseele hervorgebildet hat, eine „Entwürdigung" des menschlichen Geistes finden? Ich gestehe Ihnen offen, daß diese letztere Anschauung, welche gegenwärtig von vielen Menschen der Pithekoidentheorie entgegengehalten wird, mir ganz unbegreiflich ist. Sehr richtig sagt darüber Bernhard Cotta in seiner trefflichen Geologie der Gegenwart: „Unsere Vorfahren können uns sehr zur Ehre gereichen; viel besser noch aber ist es, wenn wir ihnen zur Ehre gereichen" [31]).

Unsere Entwickelungslehre erklärt den Ursprung des Menschen und den Lauf seiner historischen Entwickelung in der einzig natürlichen Weise. Wir erblicken in seiner stufenweise aufsteigenden Entwickelung aus den niederen Wirbelthieren den höchsten Triumph der Menschennatur über die gesammte übrige Natur. Wir sind stolz darauf, unsere niederen thierischen Vorfahren so unendlich weit überflügelt zu haben, und entnehmen daraus die tröstliche Gewißheit, daß auch in Zukunft das Menschengeschlecht im Großen und Ganzen die ruhmvolle Bahn fortschreitender Entwickelung verfolgen, und eine immer höhere Stufe geistiger Vollkommenheit erklimmen wird. In diesem Sinne betrachtet, eröffnet uns die Descendenztheorie in ihrer Anwendung auf den Menschen die ermuthigendste Aussicht in die Zukunft, und entkräftet alle Befürchtungen, welche man ihrer Verbreitung entgegen gehalten hat.

Schon jetzt läßt sich mit Bestimmtheit voraussehen, daß der vollständige Sieg unserer Entwickelungslehre unermeßlich reiche Früchte tragen wird, Früchte, die in der ganzen Kulturgeschichte der Menschheit ohne Gleichen sind. Die nächste und unmittelbarste Folge desselben, die gänzliche Reform der Biologie, wird nothwendig die noch wichtigere und folgenreichere Reform der Anthropologie nach sich ziehen. Aus dieser neuen Menschenlehre wird sich eine neue Philosophie entwickeln, nicht gleich den meisten der bisherigen luftigen

Systeme auf metaphysische Spekulationen, sondern auf den realen Boden der vergleichenden Zoologie gegründet. Schon jetzt hat der geistvolle englische Philosoph Herbert Spencer[45]) dazu einen Anfang gemacht. Wie aber diese neue monistische Philosophie uns einerseits erst das wahre Verständniß der wirklichen Welt erschließt, so wird sie andrerseits in ihrer segensreichen Anwendung auf das praktische Menschenleben uns einen neuen Weg der moralischen Vervollkommnung eröffnen. Mit ihrer Hülfe werden wir endlich anfangen, uns aus dem traurigen Zustande socialer Barbarei emporzuarbeiten, in welchen wir, trotz der vielgerühmten Civilisation unseres Jahrhunderts, immer noch versunken sind. Denn leider ist nur zu wahr, was der berühmte Alfred Wallace in dieser Beziehung am Schlusse seines Reisewerks[36]) bemerkt: „Verglichen mit unseren erstaunlichen Fortschritten in den physikalischen Wissenschaften und in ihrer praktischen Anwendung bleibt unser System der Regierung, der administrativen Justiz, der Nationalerziehung, und unsere ganze sociale und moralische Organisation in einem Zustande der Barbarei."

Diese sociale und moralische Barbarei werden wir nimmermehr durch die gekünstelte und geschraubte Erziehung, durch den einseitigen und mangelhaften Unterricht, durch die innere Unwahrheit und den äußeren Aufputz unserer heutigen Civilisation überwinden. Vielmehr ist dazu vor allem eine vollständige und aufrichtige Umkehr zur Natur und zu natürlichen Verhältnissen nothwendig. Diese Umkehr wird aber erst möglich, wenn der Mensch seine wahre „Stellung in der Natur" erkennt und begreift. Dann wird sich der Mensch, wie Fritz Ratzel treffend bemerkt, „nicht länger als eine Ausnahme von den Naturgesetzen betrachten, sondern wird endlich anfangen, das Gesetzmäßige in seinen eigenen Handlungen und Gedanken aufzusuchen, und streben, sein Leben den Naturgesetzen gemäß zu führen. Er wird dahin kommen, das Zusammenleben mit Seinesgleichen, d. h. die Familie und den Staat, nicht nach den Satzungen ferner Jahrhunderte, sondern nach den vernünftigen Prinzipien einer naturgemäßen Erkenntniß einzurichten. Politik, Moral, Rechtsgrundsätze, welche jetzt noch

aus allen möglichen Quellen gespeist werden, werden nur den Naturgesetzen entsprechend zu gestalten sein. Das menschenwürdige Dasein, von welchem seit Jahrtausenden gefabelt wird, wird endlich zur Wahrheit werden."

Die höchste Leistung des menschlichen Geistes ist die vollkommene Erkenntniß, das entwickelte Menschenbewußtsein, und die daraus entspringende sittliche Thatkraft. „Erkenne Dich selbst"! So riefen schon die Philosophen des Alterthums dem nach Veredelung strebenden Menschen zu. „Erkenne Dich selbst"! So ruft die Entwickelungslehre nicht allein dem einzelnen menschlichen Individuum, sondern der ganzen Menschheit zu. Und wie die fortschreitende Selbsterkenntniß für jeden einzelnen Menschen der mächtigste Hebel zur sittlichen Vervollkommnung wird, so wird auch die Menschheit als Ganzes durch die Erkenntniß ihres wahren Ursprungs und ihrer wirklichen Stellung in der Natur auf eine höhere Bahn der moralischen Vollendung geleitet werden. Die einfache Naturreligion, welche sich auf das klare Wissen von der Natur und ihren unerschöpflichen Offenbarungsschatz gründet, wird zukünftig in weit höherem Maße veredelnd und vervollkommnend auf den Entwickelungsgang der Menschheit einwirken, als die mannichfaltigen Kirchenreligionen der verschiedenen Völker, welche auf dem blinden Glauben an die dunkeln Geheimnisse einer Priesterkaste und ihre mythologischen Offenbarungen beruhen. Kommende Jahrhunderte werden unsere Zeit, welcher mit der wissenschaftlichen Begründung der Abstammungslehre der höchste Preis menschlicher Erkenntniß beschieden war, als den Zeitpunkt feiern, mit welchem ein neues segensreiches Zeitalter der menschlichen Entwickelung beginnt, charakterisirt durch den Sieg des freien erkennenden Geistes über die Gewaltherrschaft der Autorität, und durch den mächtig veredelnden Einfluß der monistischen Philosophie.

# Verzeichniß

## der im Texte mit Ziffern angeführten Schriften,

deren Studium dem Leser zu empfehlen ist.

---


1. Charles Darwin, On the Origin of Species by means of natural selection (or the preservation of favoured races in the struggle for life). London 1859. (VI Edition: 1872.) Ins Deutsche übersetzt von H. G. Bronn unter dem Titel: Charles Darwin, über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommneten Rassen im Kampfe um's Dasein. Stuttgart 1860 (V. Auflage durchgesehen und berichtigt von Victor Carus: 1872).

2. Jean Lamarck, Philosophie zoologique, ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux; à la diversité de leur organisation et des facultés, qu'ils en obtiennent; aux causes physiques, qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvemens, qu'ils exécutent; enfin, à celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués. 2 Tomes. Paris 1809. Nouvelle edition, revue et précédée d'une introduction biographique par Charles Martins. Paris 1873.

3. Wolfgang Goethe, Zur Morphologie: Bildung und Umbildung organischer Naturen. Die Metamorphose der Pflanzen (1790). Osteologie (1786). Vorträge über die drei ersten Kapitel des Entwurfs einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, ausgehend von der Osteologie (1786). Zur Naturwissenschaft im Allgemeinen (1780—1832).

4. Ernst Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen: Allgemeine Grundzüge der organischen Formenwissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenztheorie. I. Band: Allgemeine Anatomie der Organismen oder Wissenschaft von den entwickelten organischen Formen. II. Band: Allgemeine Entwickelungsgeschichte der Organismen oder Wissenschaft von den entstehenden organischen Formen. Berlin 1866.

5. Louis Agassiz, An essay on classification. Contributions to the natural history of the united states. Boston. Vol. I. 1857.

6. August Schleicher, Die Darwin'sche Theorie und die Sprachwissenschaft. Weimar 1863. II. Aufl. 1873.

7. M. J. Schleiden, Die Pflanze und ihr Leben. VI. Aufl. Leipzig 1864.

8. Franz Unger, Verſuch einer Geſchichte der Pflanzenwelt. Wien 1852.

9. Victor Carus, Syſtem der thieriſchen Morphologie. Leipzig 1853.

10. Louis Büchner, Kraft und Stoff. Empiriſch-naturphiloſophiſche Studien in allgemein verſtändlicher Darſtellung. Frankfurt 1855 (III. Auflage). 1867 (IX. Auflage).

11. Charles Lyell, Principles of Geology. London 1830. (X. Edit. 1868.)

12. Albert Lange, Geſchichte des Materialismus und Kritik ſeiner Bedeutung in der Gegenwart. Iſerlohn 1866. II. Aufl. 1873.

13. Charles Darwin, Naturwiſſenſchaftliche Reiſen. Deutſch von Ernſt Dieffenbach. 2 Thle. Braunſchweig 1844.

14. Charles Darwin, the variation of animals and plants under domestication. 2 Voll. London 1868. Ins Deutſche überſetzt von Victor Carus unter dem Titel: Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zuſtande der Domeſtikation. 2 Bde. Stuttgart 1868.

15. Ernſt Haeckel, Studien über Moneren und andere Protiſten, nebſt einer Rede über Entwickelungsgang und Aufgabe der Zoologie. Mit 6 Kupfertafeln. Leipzig 1870.

16. Fritz Müller, Für Darwin. Leipzig 1864.

17. Thomas Huxley, Ueber unſere Kenntniß von den Urſachen der Erſcheinungen in der organiſchen Natur. Sechs Vorleſungen für Laien. Ueberſetzt von Carl Vogt. Braunſchweig 1865.

18. H. G. Bronn, Morphologiſche Studien über die Geſtaltungsgeſetze der Naturkörper überhaupt, und der organiſchen insbeſondere. Leipz. u. Heidelb. 1858.

19. H. G. Bronn, Unterſuchungen über die Entwickelungsgeſetze der organiſchen Welt während der Bildungszeit unſerer Erdoberfläche. Stuttgart 1858.

20. Carl Ernſt Bär, Ueber Entwickelungsgeſchichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion. 2 Bde. 1828—1837.

21. Carl Gegenbaur, Grundriß der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1859 (III. umgearbeitete Auflage 1874).

22. Immanuel Kant, Allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels, oder Verſuch von der Verfaſſung und dem mechaniſchen Urſprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newton'ſchen Grundſätzen abgehandelt. Königsberg 1755.

23. Ernſt Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Mit einem Atlas von 35 Kupfertafeln. Berlin 1862.

24. Auguſt Weismann, Ueber den Einfluß der Iſolirung auf die Artbildung. Leipzig 1872.

25. Ernſt Haeckel, Ueber die Entſtehung und den Stammbaum des Menſchengeſchlechts. Zwei Vorträge in der Sammlung gemeinverſtändlicher wiſſenſchaftlicher Vorträge, herausgegeben von Virchow und Holtzendorff. Berlin 1868. (III. Auflage, 1872.)

26. Thomas Huxley, Zeugniſſe für die Stellung des Menſchen in der Natur. Drei Abhandlungen: Ueber die Naturgeſchichte der menſchenähnlichen Affen. Ueber die Beziehungen des Menſchen zu den nächſtniederen Thieren. Ueber einige foſſile menſchliche Ueberreſte. Ueberſetzt von Victor Carus. Braunſchweig 1863.

27. Carl Vogt, Vorleſungen über den Menſchen, ſeine Stellung in der Schöpfung und in der Geſchichte der Erde. 2 Bde. Gießen 1863.

28. Friedrich Rolle, Der Menſch, ſeine Abſtammung und Geſittung im Lichte der Darwin'ſchen Lehre von der Art-Entſtehung und auf Grund der neueren geologiſchen Entdeckungen dargeſtellt. Frankfurt a./M. 1866.

29. Eduard Reich, Die allgemeine Naturlehre des Menſchen. Gießen 1865.

30. Charles Lyell, Das Alter des Menſchengeſchlechts auf der Erde und der Urſprung der Arten durch Abänderung, nebſt einer Beſchreibung der Eiszeit. Ueberſetzt mit Zuſätzen von Louis Büchner. Leipzig 1864.

31. Bernhard Cotta, Die Geologie der Gegenwart. Leipzig 1866. (IV. umgearbeitete Auflage. 1874).

32. Karl Zittel, Aus der Urzeit. Bilder aus der Schöpfungsgeſchichte. München 1872.

33. C. Radenhauſen, Iſis. Der Menſch und die Welt. 4 Bde. Hamburg 1863. (II. Auflage 1871.)

34. Auguſt Schleicher, Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeſchichte des Menſchen. Weimar 1865.

35. Wilhelm Bleek, Ueber den Urſprung der Sprache. Herausgegeben mit einem Vorwort von Ernſt Haeckel. Weimar 1868.

36. Alfred Ruſſel Wallace, Der malayiſche Archipel. Deutſch von A. B. Meyer. 2 Bde. Braunſchweig 1869.

37. Ernſt Haeckel, Ueber Arbeitstheilung in Natur- und Menſchenleben. Sammlung gemeinverſtändlicher wiſſenſchaftlicher Vorträge, herausgegeben von Virchow und Holtzendorff. IV. Serie. 1869. Heft 78. II. Auflage.

38. Hermann Helmholtz, Populäre wiſſenſchaftliche Vorträge. Braunſchweig 1871.

39. Alexander Humboldt, Anſichten der Natur. Stuttgart 1826.

40. Moritz Wagner, Die Darwinſche Theorie und das Migrationsgeſetz der Organismen. Leipzig 1868.

41. Rudolf Virchow, Vier Reden über Leben und Krankſein. Berlin 1862.

42. Friedrich Müller, Allgemeine Ethnographie. Wien 1873.

43. Ludwig Büchner, Der Mensch und seine Stellung in der Natur, in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. II. Aufl. Leipzig 1872.

44. John Lubbock, Prehistoric Times. London 1867. Deutsch von A. Passow unter dem Titel: Die vorgeschichtliche Zeit. Jena 1874.

45. Herbert Spencer, A System of Philosophy (1. First Principles. 2. Principles of Biology. 3. Principles of Psychology etc.). London 1867.

46. Wilhelm Wundt, Vorlesungen über die Menschen- und Thierseele. Leipzig 1863.

47. Wallace Wood, Chronos. Mother Earth's Biography. London 1873.

48. Charles Darwin, The descent of man, and selection in relation to sex. 2 Voll. London 1871. Ins Deutsche übersetzt von Victor Carus unter dem Titel: „Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl". 2 Bde. Stuttgart 1871.

49. Charles Darwin, The expression of the emotions in man and animals. London 1872. Ins Deutsche übersetzt von Victor Carus unter dem Titel: Der Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei den Menschen und den Thieren. Stuttgart 1872.

50. Ernst Häckel, Die Kalkschwämme (Calcispongien oder Grantien). Eine Monographie in zwei Bänden Text und einem Atlas mit 60 Tafeln Abbildungen. I. Band (Genereller Theil). Biologie der Kalkschwämme. II. Band (Specieller Theil). System der Kalkschwämme. III. Band (Illustrativer Theil). Atlas der Kalkschwämme. Berlin 1872.

51. Hermann Müller, Die Befruchtung der Blumen durch Insekten. Leipzig 1873.

52. Ernst Häckel, Das Leben in den größten Meerestiefen; Sammlung von Virchow und Holtzendorff. V. Serie. 1870.

53. Friedrich Zöllner, Ueber die Natur der Kometen. Beiträge zur Geschichte und Theorie der Erkenntniß. Leipzig 1872.

54. Ernst Haeckel, Die Gasträa-Theorie, die phylogenetische Classification des Thierreichs und die Homologie der Keimblätter. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. 1874. Bd. VIII.

55. David Friedrich Strauß, Der alte und der neue Glaube. Ein Bekenntniß. Leipzig 1872. Sechste Auflage 1874.

56. Ernst Haeckel, Anthropogenie oder Entwickelungsgeschichte des Menschen. Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Grundzüge der menschlichen Keimes- und Stammes-Geschichte. Mit 12 Tafeln, 210 Holzschnitten und 36 genetischen Tabellen. Leipzig 1874.

# Anhang.

## Erklärung der Tafeln.

---

### Taf. I (zwiſchen S. 168 und 169).

**Lebensgeſchichte eines einfachſten Organismus, eines Moneres (Protomyxa aurantiaca).** Vergl. S. 165 und S. 379. Das Titelbild iſt eine verkleinerte Copie der Abbildungen, welche ich in meiner „Monographie der Moneren" (Biologiſche Studien, I. Heft, 1870; Taf. I) von der Entwickelungsgeſchichte der Protomyxa aurantiaca gegeben habe. Dort findet ſich auch die ausführliche Beſchreibung dieſes merkwürdigen Moneres (S. 11—30). Ich habe dieſen einfachſten Organismus im Januar 1867 während meines Aufenthaltes auf der canariſchen Inſel Lanzarote entdeckt; und zwar fand ich ihn feſtſitzend oder umherkriechend auf den weißen Kalkſchalen eines kleinen Cephalopoden (S. 473), der Spirula Peronii, welche daſelbſt maſſenhaft auf der Meeresoberfläche ſchwimmen und an den Strand geworfen werden. Protomyxa aurantiaca zeichnet ſich vor den übrigen Moneren durch die ſchöne und lebhafte orangerothe Farbe ihres ganz einfachen Körpers aus, der lediglich aus Urſchleim oder Protoplasma beſteht. Das vollkommen entwickelte Moner iſt in Fig. 11 und 12 ſtark vergrößert dargeſtellt. Wenn daſſelbe hungert (Fig. 11), ſtrahlen von der Oberfläche des kugeligen Schleimkörperchens ringsum Maſſen von baumförmig veräſtelten beweglichen Schleimfäden (Scheinfüßchen oder Pſeudopodien) aus, welche ſich nicht netzförmig verbinden. Wenn aber das Moner frißt (Fig. 12), treten dieſe Schleimfäden vielfach mit einander in Verbindung, bilden veränderliche Netze und umſpinnen die zur Nahrung dienenden fremden Körperchen, welche ſie nachher in die Mitte des Protomyxa-Körpers hineinziehen. So wird eben in Fig. 12 (oben rechts) ein kieſelſchaliger bewimperter Geißelſchwärmer (Peridinium, S. 377, 383) von den ausgeſtreckten Schleimfäden gefangen und nach der Mitte des Schleimkügelchens hingezogen, in welchem bereits mehrere halbverdaute kieſelſchalige Infuſorien (Tintinnoiden) und Diatomeen (Iſthmien) liegen. Wenn nun die Protomyxa genug gefreſſen hat und gewachſen iſt, zieht ſie ihre Schleimfäden alle ein (Fig. 15) und

zieht sich kugelig zusammen (Fig. 16 und Fig. 1). In diesem Ruhezustande schwitzt die Kugel eine gallertige structurlose Hülle aus (Fig. 2) und zerfällt nach einiger Zeit in eine große Anzahl kleiner Schleimkügelchen (Fig. 3). Diese fangen bald an, sich zu bewegen, nehmen Birnform an (Fig. 4), durchbrechen die gemeinsame Hülle (Fig. 5) und schwimmen nun mittelst eines haarfeinen, geißelförmigen Fortsatzes frei im Meere umher, wie Geißelschwärmer oder Flagellaten (S. 383, Fig. 11). Wenn sie nun eine Spirula-Schale oder einen anderen passenden Gegenstand antreffen, lassen sie sich auf diesem nieder, ziehen ihre Geißel ein und kriechen mittelst formwechselnder Fortsätze langsam auf denselben umher (Fig. 6, 7, 8), wie Protamoeben (S. 167, 378). Diese kleinen Schleimkörperchen nehmen Nahrung auf (Fig. 9, 10) und gehen entweder durch einfaches Wachsthum oder, indem mehrere zu einem größeren Schleimkörper (Plasmodium) verschmelzen (Fig. 13, 14), in die erwachsene Form über (Fig. 11, 12).

## Taf. II und III (zwischen S. 272 und 273).

**Keime oder Embryen von vier verschiedenen Wirbelthieren, nämlich** Schildkröte (A und E), Huhn (B und F), Hund (C und G), Mensch (D und H). Fig. A—D stellt ein früheres, Fig. E—H ein späteres Stadium der Entwickelung dar. Alle acht Embryen sind von der rechten Seite gesehen, den gewölbten Rücken nach links gewendet. Fig. A und B sind siebenmal, Fig. C und D fünfmal, Fig. E—H viermal vergrößert. Taf. II erläutert die ganz nahe Blutsverwandtschaft der Reptilien und Vögel, Taf. III dagegen diejenige des Menschen und der übrigen Säugethiere (vergl. auch S. 513, 530 u. f. w.).

## Taf. IV (zwischen S. 362 und 363).

**Hand oder Vorderfuß von neun verschiedenen Säugethieren.** Diese Tafel soll die Bedeutung der vergleichenden Anatomie für die Phylogenie erläutern, indem sie nachweist, wie sich die innere Skeletform der Gliedmaßen durch Vererbung beständig erhält, trotzdem die äußere Form durch Anpassung außerordentlich verändert wird. Die Knochen des Hand-Skelets sind weiß in das braune Fleisch und die Haut eingezeichnet, von denen sie umschlossen werden. Alle neun Hände sind genau in derselben Lage dargestellt, nämlich die Handwurzel (an welche sich oben der Arm ansetzen würde) nach oben gerichtet, die Fingerspitzen oder Zehenspitzen nach unten. Der Daumen oder die erste (große) Vorderzehe ist in jeder Figur links, der kleine Finger oder die fünfte Zehe dagegen rechts am Rande der Hand sichtbar. Jede Hand besteht aus drei Theilen, nämlich I. der Handwurzel (Carpus), welche aus zwei Querreihen von kurzen Knochen zusammengesetzt ist (am oberen Rande der Hand); II. der Mittelhand (Metacarpus), welche aus fünf langen und starken Knochen zusammengesetzt ist

(in der Mitte der Hand, durch die Ziffern 1—5 bezeichnet); und III. den fünf Fingern oder Vorderzehen (Digiti), von denen jede wieder aus mehreren (meist 2—3) Zehengliedern (Phalanges) besteht. Die Hand des Menschen (Fig. 1) steht ihrer ganzen Bildung nach in der Mitte zwischen derjenigen der beiden nächstverwandten großen Menschenaffen, nämlich des Gorilla (Fig. 2) und des Orang (Fig. 3). Weiter entfernt sich davon schon die Vorderpfote des Hundes (Fig. 4) und noch viel mehr die Hand oder die Brustflosse des Seehundes (Fig. 5). Noch vollständiger als bei letzterem wird die Anpassung der Hand an die Schwimm-Bewegung und ihre Umbildung zur Ruderflosse beim Delphin (Ziphius, Fig. 6). Während hier die in der Schwimmhaut ganz versteckten Finger und Mittelhandknochen kurz und stark bleiben, werden sie dagegen außerordentlich lang und dünn bei der Fledermaus (Fig. 7), wo sich die Hand zum Flügel ausbildet. Den äußersten Gegensatz dazu bildet die Hand des Maulwurfs (Fig. 8), welche sich in eine kräftige Grabschaufel umgewandelt hat, mit außerordentlich verkürzten und verdickten Fingern. Viel ähnlicher als diese letzteren Formen (Fig. 5—8) ist der menschlichen Hand die Vorderpfote des niedrigsten und unvollkommensten aller Säugethiere, des australischen Schnabelthiers (Ornithorhynchus, Fig. 9), welches in seinem ganzen Bau unter allen bekannten Säugethieren der gemeinsamen ausgestorbenen Stammform dieser Klasse am nächsten steht. Es hat sich also der Mensch in der Umbildung seiner Hand durch Anpassung weniger von dieser gemeinsamen Stammform entfernt, als die Fledermaus, der Maulwurf, der Delphin, der Seehund und viele andere Säugethiere.

## Taf. V (zwischen S. 432 und 433).

**Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Pflanzenreichs,** darstellend die Hypothese von der gemeinsamen Abstammung aller Pflanzen, und die geschichtliche Entwickelung der Pflanzengruppen während der paläontologischen Perioden der Erdgeschichte. Durch die horizontalen Linien sind die verschiedenen (auf S. 344 angeführten) kleineren und größeren Perioden der organischen Erdgeschichte angedeutet, während deren sich die versteinerungsführenden Erdschichten ablagerten. Durch die vertikalen Linien sind die verschiedenen Hauptklassen und Klassen des Pflanzenreichs von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben ungefähr den Grad der Entwickelung an, den jede Klasse in jeder geologischen Periode vermuthlich erreicht hatte (vergl. S. 404 und 405).

## Taf. VI (zwischen S. 440 und 441).

**Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Thierreichs,** darstellend das geschichtliche Wachsthum der sechs Thierstämme in den paläontologischen Perioden der organischen Erdgeschichte. Durch die horizontalen

Linien g h, i k, l m und n o ſind die fünf großen Zeitalter der organiſchen Erdgeſchichte von einander getrennt. Das Feld g a b h umfaßt den archolithiſchen, das Feld i g h k den paläolithiſchen, das Feld l i k m den meſolithiſchen und das Feld n l m o den cenolithiſchen Zeitraum. Der kurze anthropolithiſche Zeitraum iſt durch die Linie n o angedeutet (vergl. S. 344). Die Höhe der einzelnen Felder entſpricht der relativen Länge der dadurch bezeichneten Zeiträume, wie ſie ſich ungefähr aus dem Dickenverhältniß der inzwiſchen abgelagerten neptuniſchen Schichten abſchätzen läßt (vergl. S. 352). Der archolithiſche und primordiale Zeitraum, während deſſen die laurentiſchen, cambriſchen und ſilluriſchen Schichten abgelagert wurden, war vermuthlich allein für ſich bedeutend länger, als die vier folgenden Zeiträume zuſammengenommen (vergl. S. 341, 350). Aller Wahrſcheinlichkeit nach erreichten die beiden Stämme der Würmer und Pflanzenthiere ihre Blüthezeit ſchon während der mittleren Primordialzeit (in der cambriſchen Periode?), die Sternthiere und Weichthiere vielleicht etwas ſpäter, während die Gliederthiere und Wirbelthiere bis zur Gegenwart an Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit zunehmen.

## Taf. VII (zwiſchen S. 456 und 457).

**Gruppe von Pflanzenthieren (Zoophyten oder Coelenteraten) im Mittelmeere.** In der oberen Hälfte zeigt ſich ein Schwarm von ſchwimmenden Medusen und Ctenophoren, in der unteren Hälfte einige Büſche von Korallen und Hydroidpolypen, auf dem Boden des Meeres feſtgewachſen (vergl. das Syſtem der Pflanzenthiere, S. 452, und gegenüber den Stammbaum derſelben, S. 453). Unter den feſtſitzenden Pflanzenthieren auf dem Meeresboden tritt rechts unten ein großer Korallenſtock hervor (1), welcher der rothen Edelkoralle (Eucorallium) nahe verwandt iſt und gleich dieſer zur Gruppe der achtzähligen Rindenkorallen (Octocoralla Gorgonida) gehört; die einzelnen Individuen (oder Perſonen) des verzweigten Stockes haben die Form eines achtſtrahligen Sterns, gebildet aus acht Fangarmen, die den Mund umgeben (Octocoralla, S. 455). Unmittelbar darunter und davor ſitzt (ganz rechts unten) ein kleiner Buſch von Hydroidpolypen (2) aus der Gruppe der Glockenpolypen oder Campanularien (S. 456). Ein größerer Stock der Hydroidpolypen (3), aus der Gruppe der Röhrenpolypen oder Tubularien, erhebt ſich mit ſeinen langen dünnen Zweigen links gegenüber. An ſeiner Baſis breitet ſich ein Stock von Kieſelſchwämmen (Halichondria) aus (4), mit ſtumpfen fingerförmigen Aeſten (S. 454). Dahinter ſitzt, links unten (5), eine ſehr große Seeroſe (Actinia), eine einzelne Perſon aus der Abtheilung der ſechszähligen Korallen (Hexacoralla, S. 455). Ihr niedriger cylindriſcher Körper trägt eine Krone von ſehr zahlreichen und großen, blattförmigen Fangarmen. Unten in der Mitte des Bodens (6) ſitzt eine Seeanemone

(Cereanthus), aus der Gruppe der vierzähligen Korallen (Tetracoralla). Endlich erhebt sich auf einem kleinen Hügel des Meeresbodens, rechts oberhalb der Koralle (1) ein Kelchpolyp (Lucernaria), als Repräsentant der Haftquallen (Podactinarien oder Calycozoen, S. 452). Sein becherförmiger gestielter Körper (7) trägt am Rande acht kugelige Büschel von kleinen, geknöpften Fangarmen.

Unter den schwimmenden Pflanzenthieren, welche die obere Hälfte der Tafel VII einnehmen, sind vorzüglich die Hydromedusen wegen ihres Generationswechsels bemerkenswerth (vergl. S. 185). Unmittelbar über der Lucernaria (7) schwimmt eine kleine Tiara-Qualle (Oceania), deren glockenförmiger Körper einen kuppelartigen Aufsatz von der Form einer päpstlichen Tiara trägt (8). Von der Glockenmündung hängt unten ein Kranz von sehr feinen und langen Fangfäden herab. Diese Oceanie entwickelt sich aus Röhrenpolypen, welche der links unten sitzenden Tubularia (3) gleichen. Links neben dieser letzteren schwimmt eine große, aber sehr zarte Haarqualle (Aequorea). Ihr scheibenförmiger, flach gewölbter Körper zieht sich eben zusammen und preßt Wasser aus der unten befindlichen Schirmhöhle aus (9). Die sehr zahlreichen, langen und feinen, haarähnlichen Fangfäden, welche vom Rande des Schirms herabhängen, werden durch das ausgestoßene Wasser in einen kegelförmigen Busch zusammengedrängt, der sich ungefähr in der Mitte kragenartig nach oben umbiegt und faltet. Oben in der Mitte der Schirmhöhle hängt der Magen herab, dessen Mundöffnung von vier Mundlappen umgeben ist. Diese Aequorea stammt von einem kleinen Glockenpolypen ab, welcher der Campanularia (2) gleicht. Von einem ähnlichen Glockenpolypen stammt auch die kleine, flach gewölbte Mützenqualle (Eucope) ab, welche oben in der Mitte schwimmt (10). In diesen drei Fällen (8, 9, 10), wie bei der Mehrzahl der Hydromedusen, besteht der Generationswechsel darin, daß die frei schwimmenden Medusen (8, 9, 10) durch Knospenbildung (also durch ungeschlechtliche Zeugung, S. 172), aus festsitzenden Hydroidpolypen (2, 3) entstehen. Diese letzteren aber entstehen aus den befruchteten Eiern der Medusen (also durch geschlechtliche Zeugung, S. 175). Es wechselt mithin regelmäßig die ungeschlechtliche, festsitzende Polypen-Generation (I, III, V u. s. w.) mit der geschlechtlichen, frei schwimmenden Medusen-Generation ab (II, IV, VI u. s. w.). Auch dieser Generationswechsel ist nur durch die Descendenztheorie erklärbar.

Dasselbe gilt auch von einer nahe verwandten, aber noch auffallenderen Form der Fortpflanzung, welche ich 1864 bei Nizza an den Rüsselquallen (Geryonida) entdeckt und Alloeogonie oder Alloeogenesis genannt habe. Hier stammen nämlich zwei ganz verschiedene Medusenformen von einander ab, welche auf Tafel VII in Fig. 11 und 12 abgebildet sind. Die größere und höher entwickelte Generation (11), Geryonia oder Carmarina, ist sechszählig, mit 6 blattförmigen Geschlechtsorganen und 6 langen, sehr beweglichen Randfäden versehen.

Aus der Mitte ihres glockenförmigen Schirms hängt (wie der Klöppel der Glocke) ein langer Rüſſel frei herab, an deſſen Ende ſich Magen und Mundöffnung befindet. In der Magenhöhle ſitzt ein langer, zungenförmiger Knospenzapfen (der auf Tafel VII, 11, wie eine Zunge nach links aus dem Munde vorgeſtreckt iſt). Auf dieſer Zunge knospen an der geſchlechtsreifen Geryonia eine Menge von kleinen Medusen hervor. Dieſe ſind aber keine Geryonien, ſondern gehören einer ganz anderen und ſehr verſchiedenen Medusenform an, nämlich der Gattung Cunina, aus der Familie der Aeginiden. Dieſe Cunina (12) iſt ganz anders gebaut; ſie hat einen flach halbkugeligen Schirm ohne Rüſſel, iſt in der Jugend achtzählig, ſpäter ſechzehnzählig, hat 16 taſchenförmige Geſchlechtsorgane und 16 kurze, ſtarre, ſteif gekrümmte Randfäden. Das Nähere über dieſe wunderbare Alloeogeneſis iſt in meinen „Beiträgen zur Naturgeſchichte der Hydromedusen“ (Leipzig, Engelmann, 1865) nachzuſehen, deren erſtes Heft eine Monographie der Rüſſelquallen oder Geryoniden mit ſechs Kupfertafeln enthält.

Noch intereſſanter und lehrreicher, als dieſe merkwürdigen Verhältniſſe, ſind die Lebenserſcheinungen der Siphonophoren, deren wunderbaren Polymorphismus ich ſchon mehrmals erwähnt und in meinem Vortrage über „Arbeitstheilung in Natur und Menſchenleben“[87]) gemeinverſtändlich dargeſtellt habe (vergl. S. 241 und 456). Als ein Beiſpiel derſelben iſt auf Tafel VII die ſchöne Physophora (13) abgebildet. Dieſer ſchwimmende Hydromedusenſtock wird an der Oberfläche des Meeres ſchwebend erhalten durch eine kleine, mit Luft gefüllte Schwimmblaſe, welche in der Abbildung über den Waſſerſpiegel vorragt. Unterhalb derſelben iſt eine Säule von vier Paar Schwimmglocken ſichtbar, welche Waſſer ausſtoßen und dadurch die ganze Kolonie fortbewegen. Am unteren Ende dieſer Schwimmglockenſäule ſitzt ein kronenförmiger Kranz von gekrümmten ſpindelförmigen Taſtpolypen, welche zugleich die Deckſtücke bilden, unter deren Schutz die übrigen Individuen des Stockes (freſſende, fangende und zeugende Perſonen) verſteckt ſind. Die Ontogenie der Siphonophoren (und namentlich auch dieſer Physophora) habe ich zuerſt 1866 auf der canariſchen Inſel Lanzerote beobachtet und in meiner „Entwickelungsgeſchichte der Siphonophoren“ beſchrieben und durch 14 Tafeln Abbildungen erläutert (Utrecht 1869). Sie iſt reich an intereſſanten Thatſachen, die ſich nur durch die Deſcendenztheorie erklären laſſen.

Ebenfalls nur durch die Abſtammungslehre zu verſtehen iſt der merkwürdige Generationswechſel der höheren Medusen, der Scheibenquallen (Discomedusae, S. 452), als deren Repräſentant oben in der Mitte der Tafel VII (etwas zurücktretend) eine Pelagia abgebildet iſt (14). Aus dem Grunde des ſtark gewölbten glockenförmigen Schirmes, deſſen Rand zierlich gezackt iſt, hängen vier ſehr lange und ſtarke Arme herab. Die ungeſchlechtlichen Polypen, von denen dieſe Scheibenquallen abſtammen, ſind höchſt einfache Urpolypen, von dem gewöhn-

lichen Süßwasserpolypen (Hydra) nur wenig verschieden. Auch den Generationswechsel dieser Discomedusen habe ich in meinem Vortrage über Arbeitstheilung [87]) beschrieben und durch das Beispiel der Aurelia erläutert.

Endlich ist auch die letzte Klasse der Pflanzenthiere, die Gruppe der Kammquallen (Ctenophora, S. 456) auf Tafel VII durch zwei Repräsentanten vertreten. Links in der Mitte, zwischen der Aequorea (9), der Physophora (13) und der Cunina (12) windet sich schlangenartig ein breites, langes und dünnes Band, wie ein Gürtel (15). Das ist der herrliche große Venusgürtel des Mittelmeeres (Cestum), der in allen Regenbogenfarben schillert. Der eigentliche, in der Mitte des langen Bandes gelegene Körper des Thiers ist nur sehr klein, und ebenso gebaut, wie die Melonenqualle (Cydippe), welche links oben schwebt (16). An dieser sind die acht charakteristischen Wimperrippen oder Flimmerkämme der Ctenophoren sichtbar, sowie zwei lange Fangfäden.

## Taf. VIII und IX (zwischen S. 482 und 483).

**Entwickelungsgeschichte der Sternthiere (Echinoderma oder Estrella).** Die beiden Tafeln erläutern den Generationswechsel derselben (S. 482) an einem Beispiele aus jeder der vier Klassen von Sternthieren. Die Seesterne (Asterida) sind durch Uraster (A), die Seelilien (Crinoida) durch Comatula (B), die Seeigel (Echinida) durch Echinus (C) und endlich die Seegurken (Holothuriae) durch Synapta (D) vertreten (vergl. S. 480 und 481). Die auf einander folgenden Stadien der Entwickelung sind durch die Ziffern 1—6 bezeichnet.

Taf. VIII stellt die individuelle Entwickelung der ersten, ungeschlechtlichen Generation der Sternthiere dar oder der Ammen (gewöhnlich unrichtig Larven genannt). Diese Ammen haben den Formwerth einer einfachen, ungegliederten Wurmperson. Fig. 1 zeigt das Ei der vier Sternthiere, das in allen wesentlichen Beziehungen mit dem Ei des Menschen und der anderen Thiere übereinstimmt (vergl. S. 265, Fig. 5). Wie beim Menschen ist das Protoplasma der Eizelle (der Dotter) von einer dicken, structurlosen Membran (Zona pellucida) umschlossen, und enthält einen glashellen, kugeligen Zellenkern (Nucleus), der einen Nucleolus umschließt. Aus dem befruchteten Ei der Sternthiere (Fig. 1) entwickelt sich zunächst durch wiederholte Zellentheilung ein kugeliger Haufen von gleichartigen Zellen (Fig. 6, S. 266), und dieser verwandelt sich in eine sehr einfache Amme, welche ungefähr die Gestalt eines einfachen Holzpantoffels hat (Fig. A 2 — D 2). Der Rand der Pantoffelöffnung ist von einer flimmernden Wimperschnur umsäumt, durch deren Wimperbewegung die mikroskopisch kleine, durchsichtige Amme im Meere frei umherschwimmt. Diese Wimperschnur ist in Fig. 2—4 auf Taf. VI durch den schmalen, abwechselnd hell und dunkel gestreiften Saum angedeutet. Die Amme bildet sich nun zunächst einen ganz einfachen Darmkanal zur Ernährung, mit Mund (o),

Magen (m) und After (a). Späterhin werden die Windungen der Wimperschnur complicirter und es entstehen armartige Fortsätze (Fig. A3—D3). Bei den Seesternen (A4) und den Seeigeln (C4) werden diese armartigen, von der Wimperschnur umsäumten Fortsätze späterhin sehr lang. Bei den Seelilien dagegen (B3) und den Seewalzen (D4) verwandelt sich statt dessen die geschlossene, anfangs in sich selbst ringförmig zurücklaufende Wimperschnur in eine Reihe von (4—5) hinter einander gelegenen, getrennten Wimpergürteln.

Im Inneren dieser sonderbaren Amme nun entwickelt sich durch einen ungeschlechtlichen Zeugungsprozeß, nämlich durch innere Knospenbildung oder Keimknospenbildung (rings um den Magen herum), die zweite Generation der Sternthiere, welche späterhin geschlechtsreif wird. Diese zweite Generation, welche in entwickeltem Zustande auf Taf. IX abgebildet ist, entsteht ursprünglich als ein Stock (Cormus) von fünf, sternförmig mit einem Ende verbundenen Würmern, wie am klarsten bei den Seesternen, der ältesten und ursprünglichsten Form der Sternthiere, zu erkennen ist. Die zweite Generation eignet sich von der ersten, auf deren Kosten sie wächst, nur den Magen und einen kleinen Theil der übrigen Organe an, während Mund und After neu sich bilden. Die Wimperschnur und der Rest des Ammenkörpers gehen späterhin verloren. Anfänglich ist die zweite Generation (A5—D5) kleiner, darauf nicht viel größer als die Amme, während sie späterhin durch Wachsthum mehr als hundertmal oder selbst tausendmal größer wird. Wenn man die Ontogenie der typischen Repräsentanten der vier Sternthier-Klassen mit einander vergleicht, so wird man leicht gewahr, daß sich die ursprüngliche Art der Entwickelung bei den Seesternen (A) und Seeigeln (C) am besten durch Vererbung conservirt hat, während sie dagegen bei den Seelilien (B) und Seegurken (D) nach dem Gesetze der abgekürzten Vererbung (S. 190) stark zusammengezogen worden ist.

Taf. IX zeigt die entwickelten und geschlechtsreifen Thiere der zweiten Generation von der Mundseite, welche in natürlicher Stellung der Sternthiere (wenn sie auf dem Meeresboden kriechen) bei den Seesternen (A6) und Seeigeln (C6) nach unten, bei den Seelilien (B6) nach oben, und bei den Seegurken (D6) nach vorn gerichtet ist. In der Mitte gewahrt man bei allen vier Sternthieren die sternförmige, fünfstrahlige Mundöffnung. Bei den Seesternen (A6) geht von deren Ecken eine mehrfache Reihe von Saugfüßchen in der Mitte der Unterseite jedes Armes bis zur Spitze hin. Bei den Seelilien (B6) ist jeder Arm von der Basis an gespalten und gefiedert. Bei den Seeigeln (C6) sind die fünf Reihen der Saugfüßchen durch breitere Felder von Stacheln getrennt. Bei den Seegurken endlich (D6) sind äußerlich an dem scheinbar wurmähnlichen Körper bald die fünf Füßchenreihen, bald nur die den Mund umgebenden 5—15 (hier 10) gefiederten Mundarme sichtbar.

## Taf. X und XI (zwischen S. 486 und 487).

**Entwickelungsgeschichte der Krebsthiere** (Crustacea). Die beiden Tafeln erläutern die Entwickelung der verschiedenen Crustaceen aus der gemeinsamen Stammform des Nauplius. Auf Taf. XI sind sechs Krebsthiere aus sechs verschiedenen Ordnungen in vollkommen entwickeltem Zustande dargestellt, während auf Taf. X die naupliusartigen Jugendformen derselben abgebildet sind. Aus der wesentlichen Uebereinstimmung dieser letzteren läßt sich mit voller Sicherheit auf Grund des biogenetischen Grundgesetzes (S. 361) die Abstammung aller verschiedenen Crustaceen von einer einzigen gemeinsamen Stammform, einem längst ausgestorbenen Nauplius behaupten, wie zuerst Fritz Müller[16]) in seiner vorzüglichen Schrift „Für Darwin" dargethan hat.

Taf. X zeigt die Nauplius-Jugendformen von der Bauchseite, so daß die drei Beinpaare deutlich hervortreten, welche an dem kurzen dreigliederigen Rumpfe ansitzen. Das erste von diesen Beinpaaren ist einfach und ungespalten, während das zweite und dritte Beinpaar gabelspaltig sind. Alle drei Paare sind mit steifen Borsten besetzt, welche bei der Ruderbewegung der Beine als Schwimmwerkzeuge dienen. In der Mitte des Körpers ist der ganz einfache, gerade Darmkanal sichtbar, welcher vorn einen Mund, hinten eine Afteröffnung besitzt. Vorn über dem Munde sitzt ein einfaches unpaares Auge. In allen diesen wesentlichen Eigenschaften der Organisation stimmen die sechs Nauplius-Formen ganz überein, während die sechs zugehörigen ausgebildeten Krebsformen (Taf. IX) äußerst verschiedenartig organisirt sind. Die Unterschiede der sechs Nauplius-Formen beschränken sich auf ganz untergeordnete und unwesentliche Verhältnisse in der Körpergröße und der Bildung der Hautdecke. Wenn man dieselben in geschlechtsreifem Zustande in dieser Form im Meere antreffen würde, so würde jeder Zoologe sie als sechs verschiedene Species eines Genus betrachten (vergl. S. 487).

Taf. XI stellt die ausgebildeten und geschlechtsreifen Krebsformen, die sich aus jenen sechs Nauplius-Arten ontogenetisch — und also auch phylogenetisch! — entwickelt haben, von der rechten Seite gesehen dar. Fig. Ac zeigt einen frei schwimmenden Süßwasserkrebs (Limnetis brachyura) aus der Ordnung der Blattfüßer (Phyllopoda) schwach vergrößert. Unter allen jetzt noch lebenden Crustaceen steht diese Ordnung, welche zur Legion der Kiemenfüßer (Branchiopoda) gehört, der ursprünglichen gemeinsamen Stammform des Nauplius am nächsten. Die Limnetis ist in eine zweiklappige Schale (wie eine Muschel) eingeschlossen. In unserer Figur (welche nach Grube copirt ist), sieht man den Körper eines weiblichen Thieres in der linken Schale liegend; die rechte Schalenhälfte ist weggenommen. Vorn hinter dem Auge sieht man die zwei Fühlhörner (Antennen) und dahinter die zwölf blattartigen Füße der rechten Körperseite, hinten auf dem Rücken (unter der Schale) die Eier. Vorn oben ist das Thier mit der Schale verwachsen.

Fig. B c ſtellt einen gemeinen, frei ſchwimmenden Süßwaſſerkrebs (Cyclops quadricornis) aus der Ordnung der Ruderkrebſe (Eucopepoda) ſtark vergrößert dar. Vorn unter dem Auge ſieht man die beiden Fühlhörner der rechten Seite, von denen das vordere viel länger als das hintere iſt. Dahinter folgen die Kiefer, und dann die vier Ruderbeine der rechten Seite, welche gabelſpaltig ſind. Hinter dieſen ſind die beiden großen Eierſäcke am Grunde des Hinterleibes ſichtbar.

Fig. C c iſt ein ſchmarotzender Ruderkrebs (Lernaeocera esocina) aus der Ordnung der Fiſchläuſe (Siphonostoma). Dieſe ſonderbaren Krebſe, welche man früher für Würmer hielt, ſind durch Anpaſſung an das Schmarotzerleben aus den frei ſchwimmenden Ruderkrebſen (Eucopepoda) entſtanden und gehören mit ihnen zu derſelben Legion (Copepoda, S. 488). Indem ſie ſich an den Kiemen oder der Haut von Fiſchen, oder an andern Krebſen feſtſetzten und von deren Körperſaft ernährten, büßten ſie ihre Augen, Beine und andere Organe ein, und wuchſen zu unförmlichen ungegliederten Säcken aus, in denen man bei äußerer Betrachtung kaum noch ein Thier vermuthet. Nur die letzten Ueberbleibſel der faſt ganz verloren gegangenen Beine erhalten ſich noch auf der Bauchſeite in Form von kurzen ſpitzen Borſten. Zwei von dieſen vier rudimentären Beinpaaren (das dritte und vierte) ſind in unſerer Figur (rechts) ſichtbar. Oben am Kopf ſieht man dicke, unförmliche Anhänge, von denen die unteren geſpalten ſind. In der Mitte des Körpers ſieht man den Darmkanal durchſchimmern, der von einer dunkeln Fetthülle umgeben iſt. Neben ſeinem hinteren Ende ſieht man den Eileiter und die Kittdrüſen des weiblichen Geſchlechtsapparats. Aeußerlich hängen die beiden großen Eierſäcke (wie bei Cyclops, Fig. B). Unſere Lernaeocera iſt halb vom Rücken, halb von der rechten Seite geſehen und ſchwach vergrößert.

Fig. D c zeigt eine feſtſitzende ſogenannte „Entenmuſchel" (Lepas anatifera), aus der Ordnung der Rankenkrebſe (Cirripedia). Dieſe Krebſe, über welche Darwin eine höchſt ſorgfältige Monographie geliefert hat, ſind in eine zweiklappige Kalkſchale, gleich den Muſcheln, eingeſchloſſen, und wurden daher früher allgemein (ſogar noch von Cuvier) für muſchelartige Weichthiere oder Mollusken gehalten. Erſt durch die Kenntniß ihrer Ontogenie und ihrer Nauplius-Jugendform (Dn, Taf. VIII) wurde ihre Cruſtaceen-Natur feſtgeſtellt. Unſere Figur zeigt eine „Entenmuſchel" in natürlicher Größe, von der rechten Seite. Die rechte Hälfte der zweiklappigen Schale iſt entfernt, ſo daß man den Körper in der linken Schalenhälfte liegen ſieht. Von dem rudimentären Kopfe der Lepas geht ein langer fleiſchiger Stiel aus (in unſerer Figur nach oben gekrümmt), mittelſt deſſen der Rankenkrebs an Felſen, Schiffen u. ſ. w. feſtgewachſen iſt. Auf der Bauchſeite ſitzen ſechs Fußpaare. Jeder Fuß iſt gabelig in zwei lange, mit Borſten beſetzte, gekrümmte oder aufgerollte „Ranken" geſpalten. Oberhalb des letzten Fußpaares ragt nach hinten der dünne, cylindriſche Schwanz vor.

Fig. E e ſtellt einen ſchmarotzenden Sackkrebs (Sacculina purpurea) aus der Ordnung der Wurzelkrebſe (Rhizocephala) dar. Dieſe Paraſiten haben ſich durch Anpaſſung an das Schmarotzerleben in ähnlicher Weiſe aus den Rankenkrebſen (Fig. D e) entwickelt, wie die Fiſchläuſe (C c) aus den frei ſchwimmenden Ruderkrebſen (B c). Jedoch iſt die Verkümmerung durch die ſchmarotzende Lebensweiſe und die dadurch bedingte Rückbildung aller Organe hier noch viel weiter gegangen, als bei den meiſten Fiſchläuſen. Aus dem gegliederten, mit Beinen, Darm und Auge verſehenen Krebſe, der in ſeiner Jugend als Nauplius (En, Taf. VIII) munter umherſchwamm, iſt ein unförmlicher ungegliederter Sack, eine rothe Wurſt geworden, welche nur noch Geſchlechtsorgane (Eier und Sperma) und ein Darmrudiment enthält. Die Beine und das Auge ſind völlig verloren gegangen. Am hinteren Ende iſt die Geſchlechtsöffnung (die Mündung der Bruthöhle). Aus dem Munde aber iſt ein dichtes Büſchel von zahlreichen, baumförmig verzweigten Wurzelfaſern hervorgewachſen. Dieſe breiten ſich (wie die Wurzeln einer Pflanze im Erdboden) in dem weichen Hinterleibe des Einſiedlerkrebſes (Pagurus) aus, an dem der Wurzelkrebs ſchmarotzend feſtſitzt, und aus welchem er ſeine Nahrung ſaugt. Unſere Figur (Ec), eine Copie nach Fritz Müller, iſt ſchwach vergrößert und zeigt den ganzen wurſtförmigen Sackkrebs mit allen Wurzelfaſern, die aus dem Leibe des Wohnthieres herausgezogen ſind.

Fig. Fe iſt eine Garneele (Peneus Mülleri), aus der Ordnung der Zehnfüßer (Decapoda), zu welcher auch unſer Flußkrebs und ſein nächſter Verwandter, der Hummer, ſowie die kurzſchwänzigen Krabben gehören. Dieſe Ordnung enthält die größten und gaſtronomiſch wichtigſten Krebſe, und gehört ſammt den Maulfüßern und Spaltfüßern zur Legion der ſtieläugigen Panzerkrebſe (Podophthalma). Unſere Garneele zeigt, ebenſo wie unſer Flußkrebs, auf jeder Seite unterhalb des Auges vorn zwei lange Fühlhörner (das erſte viel kürzer wie das zweite), dann drei Kiefer und drei Kieferfüße, dann fünf ſehr lange Beine (von denen bei Peneus die drei vorderen mit Scheeren verſehen und das dritte das längſte iſt). Endlich ſitzen an den 5 erſten Gliedern des Hinterleibes noch 5 Paar Afterfüße. Auch dieſe Garneele, welche zu den höchſt entwickelten und vollkommenſten Krebſen gehört, entſteht nach Fritz Müller's wichtiger Entdeckung aus einem Nauplius (Fn, Taf. VIII), und beweiſt ſomit, daß auch die höheren Cruſtaceen ſich aus derſelben Nauplius-Form, wie die niederen entwickelt haben (vergl. S. 487).

## Taf. XII und XIII (zwiſchen S. 510 und 511).

**Die Blutsverwandtſchaft der Wirbelthiere und der Wirbelloſen** (vergl. S. 466 und 510). Dieſe wird definitiv begründet durch Kowalevsky's wichtige, von Kupffer beſtätigte Entdeckung, daß die Ontogenie des niederſten Wirbelthieres, des Lanzetthieres oder Amphioxus, in ihren weſentlichen Grundzügen völlig über-

einſtimmt mit derjenigen der wirbelloſen Seeſcheiden oder Ascidien, aus der Klaſſe der Manteltiere oder Tunicaten. Auf unſern beiden Tafeln iſt die Ascidie mit A, der Amphioxus mit B bezeichnet. Taf. XIII ſtellt dieſe beiden ſehr verſchiedenen Thierformen völlig entwickelt dar, und zwar von der linken Seite geſehen, das Mundende nach oben, das entgegengeſetzte Ende nach unten gerichtet. Daher iſt in beiden Figuren die Rückenſeite nach rechts, die Bauchſeite nach links gewendet. Beide Figuren ſind ſchwach vergrößert, und die innere Organiſation der Thiere iſt durch die durchſichtige Haut hindurch deutlich ſichtbar. Die erwachſene Seeſcheide (Fig. A 6) ſitzt unbeweglich auf dem Meeresboden feſtgewachſen auf, und klammert ſich an Steinen und dergl. mittelſt beſonderer Wurzeln (w) an, wie eine Pflanze. Der erwachſene Amphioxus dagegen (Fig. B 6) ſchwimmt frei umher, wie ein Fiſchchen. Die Buchſtaben bedeuten in beiden Figuren daſſelbe, und zwar: a Mundöffnung. b Leibesöffnung oder Porus abdominalis. c Rückenſtrang oder Chorda dorſalis. d Darm. e Eierſtock. f Eileiter (vereinigt mit dem Samenleiter). g Rückenmark. h Herz. i Blinddarm. k Kiemenkorb (Athemhöhle). l Leibeshöhle. m Muskeln. n Teſtikel (bei der Seeſcheide mit dem Eierſtock zu einer Zwitterdrüſe vereinigt). o After. p Geſchlechtsöffnung. q Reife entwickelte Embryen in der Leibeshöhle der Ascidie. r Floſſenſtrahlen der Rückenfloſſe von Amphioxus. s Schwanzfloſſe des Lanzetthieres. w Wurzeln der Ascidie.

Taf. XII ſtellt die Ontogeneſis oder die individuelle Entwickelung der Ascidie (A) und des Amphioxus (B) in fünf verſchiedenen Stadien dar (1—5). Fig. 1 iſt das Ei, eine einfache Zelle wie das Ei des Menſchen und aller anderen Thiere (Fig. A 1 das Ei der Seeſcheide, Fig. B 1 das Ei des Lanzetthieres). Die eigentliche Zellſubſtanz oder das Protoplasma der Eizelle (z), der ſogenannte Eidotter, iſt von einer Hülle (Zellmembran oder Dotterhaut) umgeben, und ſchließt einen kugeligen Zellkern oder Nucleus (y), dieſer wiederum ein Kernkörperchen oder Nucleolus (x) ein. Wenn ſich das Ei zu entwickeln beginnt, zerfällt die Eizelle zunächſt in zwei Zellen. Indem ſich dieſe wiederum theilen, entſtehen zunächſt vier Zellen (Fig. A 2, B 2), und aus dieſen durch wiederholte Theilung acht Zellen (Fig. A 3, B 3). Zuletzt entſteht ſo aus dem einfachen Ei ein kugeliger Haufe von Zellen (S. 170, Fig. 4 C, D). Indem ſich im Inneren deſſelben Flüſſigkeit anſammelt, entſteht eine kugelige, von einer Zellenſchicht umſchloſſene Blaſe. An einer Stelle ihrer Oberfläche ſtülpt ſich dieſe Blaſe taſchenförmig ein (Fig. A 4, B 4). Dieſe Einſtülpung iſt die Anlage des Darms, deſſen Höhle (d 1) ſich durch den proviſoriſchen Larvenmund (d4) nach außen öffnet. Die Darmwand, welche zugleich Körperwand iſt, beſteht jetzt aus zwei Zellenſchichten („Keimblättern"). Nun wächſt die kugelige Larve („Gaſtrula", S. 443) in die Länge. Fig. A 5 zeigt die Larve der Ascidie, Fig. B 5 diejenige des Amphioxus, von der linken Seite geſehen, in etwas weiterer Entwickelung. Die Darmhöhle (d 1) hat ſich ge-

ſchloſſen. Die Rückenwand des Darms (d 2) iſt concav, die Bauchwand (d 3) convex gekrümmt. Oberhalb des Darmrohrs, auf deſſen Rückenſeite, hat ſich das Medullarrohr (g 1), die Anlage des Rückenmarks, gebildet, deſſen Hohlraum jetzt noch vorn nach außen mündet (g 2). Zwiſchen Rückenmark und Darm iſt der Rückenſtrang oder die Chorda dorſalis (c) entſtanden, die Axe des inneren Skelets. Bei der Larve der Ascidie ſetzt ſich dieſe Chorda (c) in den langen Ruderſchwanz fort, ein Larvenorgan, welches ſpäter bei der Verwandlung abgeworfen wird. Jedoch giebt es auch jetzt noch einige ſehr kleine Ascidien (Appendicularia), welche ſich nicht verwandeln und feſtſetzen, ſondern zeitlebens mittelſt ihres Ruderſchwanzes frei im Meere umherſchwimmen.

Die ontogenetiſchen Thatſachen, welche auf Taf. XII ſchematiſch dargeſtellt ſind, und welche erſt 1867 bekannt wurden, beanſpruchen die allergrößte Bedeutung und können in der That nicht hoch genug geſchätzt werden. Sie füllen die tiefe Kluft aus, welche in der Anſchauung der bisherigen Zoologie zwiſchen den Wirbelthieren und den ſogenannten „Wirbelloſen" beſtand. Dieſe Kluft wurde allgemein für ſo bedeutend und für ſo unausfüllbar gehalten, daß ſogar angeſehene und der Entwickelungstheorie nicht abgeneigte Zoologen darin eines der größten Hinderniſſe für dieſelbe erblickten. Indem nun die Ontogenie des Amphioxus und der Ascidie dieſes Hinderniß gänzlich aus dem Wege räumt, macht ſie es uns zum erſten Male möglich, den Stammbaum des Menſchen unter den Amphioxus hinab in den vielverzweigten Stamm der „wirbelloſen" Würmer zu verfolgen, aus welchem auch die übrigen höheren Thierſtämme entſprungen ſind.

## Taf. XIV (zwiſchen S. 528 und 529).

**Einſtämmiger oder monophyletiſcher Stammbaum des Wirbelthierſtammes**, darſtellend die Hypotheſe von der gemeinſamen Abſtammung aller Wirbelthiere und die geſchichtliche Entwickelung ihrer verſchiedenen Klaſſen während der paläontologiſchen Perioden der Erdgeſchichte (vergl. den XX. Vortrag, S. 502). Durch die horizontalen Linien ſind die (auf S. 344 angeführten) Perioden der organiſchen Erdgeſchichte angedeutet, während deren ſich die verſteinerungsführenden Erdſchichten ablagerten. Durch die vertikalen Linien ſind die Klaſſen und Unterklaſſen der Wirbelthiere von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben durch ihre größere oder geringere Zahl und Dichtigkeit ungefähr den größeren oder geringeren Grad der Entwickelung, der Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit an, den jede Klaſſe in jeder geologiſchen Periode vermuthlich erreicht hatte. Bei denjenigen Klaſſen, welche wegen der weichen Beſchaffenheit ihres Körpers keine verſteinerten Reſte hinterlaſſen konnten (namentlich bei den Prochordaten, Acranien, Monorhinen und Dipneuſten) iſt der Lauf der Entwickelung hypothetiſch angedeutet auf Grund derjenigen Beziehungen, welche zwiſchen den drei Schö-

pfungsurkunden der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie existiren. Die wichtigsten Anhaltspunkte zur hypothetischen Ergänzung der paläontologischen Lücken liefert hier, wie überall, das biogenetische Grundgesetz, welches sich auf den innigen Causalnexus zwischen der Ontogenie und Phylogenie stützt (vergl. S. 276 und 361, sowie Taf. VIII—XIII). Ueberall müssen wir die individuelle Entwickelung als eine kurze und schnelle (durch die Gesetze der Vererbung verursachte, durch die Gesetze der Anpassung aber abgeänderte) Wiederholung der paläontologischen Stammesentwickelung betrachten. Dieser Satz ist das „Ceterum censeo" unserer Entwickelungslehre.

Die Angaben über das erste Erscheinen oder den Entstehungszeitraum der einzelnen Klassen und Unterklassen der Wirbelthiere sind auf Taf. XIV (abgesehen von den angeführten hypothetischen Ergänzungen) möglichst streng den paläontologischen Thatsachen entnommen. Jedoch ist zu bemerken, daß in Wirklichkeit die Entstehung der meisten Gruppen wahrscheinlich um eine oder einige Perioden früher fällt, als uns heute die Versteinerungen anzeigen. Ich stimme hierin mit den Ansichten Huxley's überein, habe jedoch auf Taf. V und XIV hiervon abgesehen, um mich nicht zu sehr von den paläontologischen Thatsachen zu entfernen.

Die Zahlen haben folgende Bedeutung (vergl. dazu den XX. Vortrag und S. 512, 513). 1. Thierische Moneren. 2. Thierische Amoeben. 3. Amoebengemeinden (Synamoebae). 4. Flimmerschwärmer (Planaea). 5. Urdarmthiere (Gastraea). 6. Strudelwürmer (Tubellaria). 7. Manteltbiere (Tunicata). 8. Lanzetthier (Amphioxus). 9. Inger (Myxinoida). 10. Lampreten (Petromyzontia). 11. Unbekannte Uebergangsformen von den Unpaarnasen zu den Urfischen. 12. Silurische Urfische (Onchus etc.). 13. Lebende Urfische (Haifische, Rochen, Chimären). 14. Aelteste (silurische) Schmelzfische (Pteraspis). 16. Schildkrötenfische (Pamphracti). 16. Störfische (Sturiones). 17. Eckschuppige Schmelzfische (Rhombiferi). 18. Knochenhecht (Lepidosteus). 19. Flösselhecht (Polypterus). 20. Hohlgrätenfische (Coeloscolopes). 21. Dichtgrätenfische (Pycnoscolopes). 22. Kahlhecht (Amia). 23. Urknochenfische (Thrissopida). 24. Knochenfische mit Luftgang der Schwimmblase (Physostomi). 25. Knochenfische ohne Luftgang der Schwimmblase (Physoclisti). 26. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfischen und Lurchfischen. 27. Ceratodus. 27a. Ausgestorbener Ceratodus der Trias. 27b. Lebender australischer Ceratodus. 28. Afrikanischer Lurchfisch (Protopterus) und Amerikanischer Lurchfisch (Lepidosiren). 29. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfischen und Amphibien. 30. Schmelzköpfe (Ganocephala). 31. Wickelzähner (Labyrinthodonta). 32. Blindwühlen (Caeciliae). 33. Kiemenlurche (Sozobranchia). 34. Schwanzlurche (Sozura). 35. Froschlurche (Anura). 36. Gabeldorner oder Dichthakanthen (Proterosaurus). 37. Unbekannte Zwischenformen zwischen Amphibien und Protamnien. 38. Protamnien (gemeinsame Stammform aller Amnionthiere). 39. Stamm-

fänger (Promammalia). 40. Urschleicher (Proreptilia). 41. Fachzähner (Thecodontia). 42. Urdrachen (Simosauria). 43. Schlangendrachen (Plesiosauria). 44. Fischdrachen (Ichthyosauria). 45. Teleosaurier (Amphicoela). 46. Steneosaurier (Opisthocoela). 47. Alligatoren (Prosthocoela). 48. Fleischfressende Dinosaurier (Harpagosauria). 49. Pflanzenfressende Dinosaurier (Therosauria). 50. Moseleidechsen (Mosasauria). 51. Gemeinsame Stammform der Schlangen (Ophidia). 52. Hundszähnige Schnabeleidechsen (Cynodontia). 53. Zahnlose Schnabeleidechsen (Cryptodontia). 54. Langschwänzige Flugeidechsen (Rhamphorhynchi). 55. Kurzschwänzige Flugeidechsen (Pterodactyli). 56. Landschildkröten (Chersita). 57. Vogelschleicher (Tocornithes): Zwischenformen zwischen Reptilien und Vögeln. 58. Urgreif (Archaeopteryx). 59. Wasserschnabelthier (Ornithorhynchus). 60. Landschnabelthier (Echidna). 61. Unbekannte Zwischenformen zwischen Gabelthieren und Beutelthieren. 62. Unbekannte Zwischenformen zwischen Beutelthieren und Placentalthieren. 63. Zottenplacentner (Villiplacentalia). 64. Gürtelplacentner (Zonoplacentalia). 65. Scheibenplacentner (Discoplacentalia). 66. Der Mensch (Homo pithecogenes, von Linné irrthümlich Homo sapiens genannt).

## Taf. XV (am Ende des Buches).

**Hypothetische Skizze des monophyletischen Ursprungs und der Verbreitung der zwölf Menschen-Species von Lemurien aus über die Erde.** Selbstverständlich beansprucht die hier graphisch skizzirte Hypothese nur einen ganz provisorischen Werth und hat lediglich den Zweck, zu zeigen, wie man sich bei dem gegenwärtigen unvollkommenen Zustande unserer anthropologischen Kenntnisse die Ausstrahlung der Menschenarten von einer einzigen Urheimath aus ungefähr denken kann. Als wahrscheinliche Urheimath oder „Paradies" ist hier Lemurien angenommen, ein gegenwärtig unter den Spiegel des indischen Oceans versunkener tropischer Continent, dessen frühere Existenz in der Tertiärzeit durch zahlreiche Thatsachen der Thier- und Pflanzengeographie sehr wahrscheinlich gemacht wird (vergl. S. 321 und 619). Indessen ist es auch sehr möglich, daß die hypothetische „Wiege des Menschengeschlechts" weiter östlich (in Hinter- oder Vorder-Indien) oder weiter westlich (im östlichen Afrika) lag. Künftige, namentlich vergleichend-anthropologische und paläontologische Forschungen werden uns hoffentlich in den Stand setzen, die vermuthliche Lage der menschlichen Urheimath genauer zu bestimmen, als es gegenwärtig möglich ist.

Wenn man unserer monophyletischen Hypothese die polyphyletische vorzieht und annimmt, daß die verschiedenen Menschenarten aus mehreren verschiedenen anthropoiden Affenarten durch allmähliche Vervollkommnung entstanden sind, so scheint unter den vielen, hier möglichen Hypothesen am meisten Vertrauen diejenige zu verdienen, welche eine zweifache pithekoide Wurzel des Men-

schengeschlechts annimmt, eine asiatische und eine afrikanische Wurzel. Es ist nämlich eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, daß die afrikanischen Menschenaffen (Gorilla und Schimpanse) sich durch eine entschieden langköpfige oder dolichocephale Schädelform auszeichnen, ebenso wie die Afrika eigenthümlichen Menschenarten (Hottentotten, Kaffern, Neger, Nubier). Auf der anderen Seite stimmen die asiatischen Menschenaffen (insbesondere der kleine und große Orang) durch ihre deutlich kurzköpfige oder brachycephale Schädelform mit den vorzugsweise für Asien bezeichnenden Menschenarten (Mongolen und Malayen) überein. Man könnte daher wohl versucht sein, diese letzteren (asiatische Menschenaffen und Urmenschen) von einer gemeinsamen brachycephalen Affenform, die ersteren dagegen (afrikanische Menschenaffen und Urmenschen) von einer gemeinsamen dolichocephalen Affenform abzuleiten.

Auf jeden Fall bleiben das tropische Afrika und das südliche Asien (und zwischen beiden möglicherweise das sie früher verbindende Lemurien?) diejenigen Theile der Erde, welche bei der Frage von der Urheimath des Menschengeschlechts vor allen anderen in Betracht kommen. Entschieden ausgeschlossen sind bei dieser Frage dagegen Amerika und Australien. Auch Europa (welches übrigens nur eine begünstigte westliche Halbinsel von Asien ist) besitzt schwerlich für die „Paradies-Frage" Bedeutung.

Daß die Wanderungen der verschiedenen Menschenarten von ihrer Urheimath aus und ihre geographische Verbreitung auf unserer Taf. XV nur ganz im Allgemeinen und in den gröbsten Zügen angedeutet werden konnten, versteht sich von selbst. Die zahlreichen Kreuz- und Querwanderungen der vielen Zweige und Stämme, sowie ihre oft sehr einflußreichen Rückwanderungen mußten dabei gänzlich unberücksichtigt bleiben. Um diese einigermaßen klar darzustellen, müßten erstens unsere Kenntnisse viel vollständiger sein und zweitens ein ganzer Atlas mit vielen verschiedenen Migrations-Tafeln angewendet werden. Unsere Taf. XV beansprucht weiter Nichts, als ganz im Allgemeinen die ungefähre geographische Verbreitung der 12 Menschenarten so anzudeuten, wie sie im fünfzehnten Jahrhundert (vor der allgemeinen Ausbreitung der indogermanischen Rasse) bestand, und wie sie sich ungefähr mit unserer Descendenzhypothese in Einklang bringen läßt. Auf die geographischen Verbreitungsschranken (Gebirge, Wüsten, Flüsse, Meerengen u. s. w.) brauchte bei dieser allgemeinen Migrationsskizze im Einzelnen um so weniger ängstliche Rücksicht genommen zu werden, als diese in früheren Perioden der Erdgeschichte ganz andere Größen und Formen hatten. Wenn die allmähliche Umbildung von katarhinen Affen in pithekoide Menschen während der Tertiärzeit wirklich in dem hypothetischen Lemurien stattfand, so müssen auch zu jener Zeit die Grenzen und Formen der heutigen Continente und Meere ganz andere gewesen sein. Auch der sehr mächtige Einfluß der Eiszeit wird für die chorologischen Fra-

gen von der Wanderung und Verbreitung der Menschenarten große Bedeutung beanspruchen, obwohl er sich im Einzelnen noch nicht näher bestimmen läßt. Ich verwahre mich also hier, wie bei meinen anderen Entwickelungshypothesen, ausdrücklich gegen jede dogmatische Deutung; sie sind weiter nichts als erste Versuche.

## Taf. XVI (zwischen S. 456 und 457).

**Entwickelungsgeschichte eines Kalkschwammes** (Olynthus). Vergl. S. 456. Das Ei des Olynthus (Fig. 9), welcher die gemeinsame Stammform aller Kalkschwämme darstellt, ist eine einfache Zelle (Fig. 1). Aus dieser entsteht durch wiederholte Theilung (Fig. 2) ein kugeliger, maulbeerförmiger Haufen von lauter gleichartigen Zellen (Morula, Fig. 3; S. 442). Indem sich die letzteren in äußere, helle flimmernde Zellen (Exoderm) und innere, dunkle flimmerlose Zellen (Entoderm) sondern, entsteht die Flimmerlarve oder Planula (Fig. 4). Diese wird eiförmig und im Inneren bildet sich eine Höhle (Magenhöhle oder Urdarm, Fig. 6 g), mit einer Öffnung (Mundöffnung oder Urmund, Fig. 6 o); die Wand der Magenhöhle besteht aus zwei Zellenschichten oder Keimblättern, dem äußeren flimmernden Exoderm (e) und dem inneren flimmerlosen Entoderm (i). So entsteht die äußerst wichtige Darmlarve oder Gastrula, welche bei den verschiedensten Thierstämmen als gemeinsame Jugendform wiederkehrt (Fig. 5 von außen, Fig. 6 im Längsschnitt gesehen; vergl. S. 443 und 581). Nachdem die Gastrula eine Zeitlang im Meere umher geschwommen ist, setzt sie sich auf dem Meeresboden fest, verliert die äußeren Flimmerhaare und verwandelt sich in die Ascula (Fig. 7 von außen, Fig. 8 im Längsschnitt gesehen; Buchstaben wie in Fig. 6). Diese Ascula wiederholt nach dem biogenetischen Grundgesetze die gemeinsame Stammform aller Pflanzenthiere, den Protascus (S. 446, 449). Indem in ihrer Magenwand Hauptporen (p) und dreistrahlige Kalknadeln entstehen, verwandelt sie sich in den Olynthus (Fig. 9). Aus der vorderen Magenwand des Olynthus ist in Fig. 9 ein Stück herausgeschnitten, um die innere Magenhöhle und die in der Magenfläche sich bildenden Eier (g) zu zeigen. Aus dem Olynthus können sich die verschiedensten Formen von Kalkschwämmen entwickeln. Eine der merkwürdigsten ist die Ascometra (Fig. 10), ein Stock, aus welchem verschiedene Species und sogar verschiedene Gattungsformen hervorwachsen (links Olynthus, in der Mitte Nardorus, rechts Soleniscus u. s. w.). Das Nähere über diese höchst interessanten Formen und ihre hohe Bedeutung für die Descendenz-Theorie vergl. in meiner Monographie der Kalkschwämme (1872), besonders im ersten Bande, S. 474, 481.

# Register.


Abänderung 197.
Abeſſinier 617, 624.
Acoelomen 468, 465.
Acranien 506, 512, 584.
Acyttarien 377, 387.
Adaptation 197.
Aethiopier 617, 624.
Affen 545, 570.
Affenmenſchen 590, 597.
Agaſſiz (Louis) 56, 62, 64.
Ahnenreihe des Menſchen 578, 592.
Akalephen 457, 460.
Algen 404, 406.
Alluvial-Syſtem 345.
Altajer 605, 612.
Amerikaner 604, 613.
Amnionloſe 512, 517.
Amnionthiere 512, 526.
Amnioten 512, 526.
Amoeben 379, 579.
Amoeboiden 379.
Amphibien 517, 523.
Amphioxus 508, 584.
Amphirhinen 511, 513.
Anamnien 512, 517.
Angioſpermen 404, 430.
Anneliden 465, 466.
Anorgane 5, 291.
Anorganologie 5.
Anpaſſung 81, 139, 197.
— abweichende 221.
— actuelle 202, 207.
— allgemeine 207.
Anpaſſung, correlative 216.
— cumulative 209.
— direkte 202, 207.
— divergente 221.
— gehäufte 209.
— geſchlechtliche 205.
— indirekte 201, 204.
— individuelle 204.
— mittelbare 201, 204.
— monſtröſe 205.
— potentielle 201, 204.
— ſexuelle 205.
— ſprungweiſe 205.
— unbeſchränkte 223.
— unendliche 223.
— univerſelle 207.
— unmittelbare 202, 207.
— wechſelbezügliche 216.
Anpaſſungsgeſetze 203.
Anthozoen 458.
Anthropocentriſche Weltanſchauung 35.
Anthropoiden 571, 575, 590.
Anthropolithiſches Zeitalter 344, 347.
Anthropologie 7.
Anthropomorphismus 17, 60.
Araber 617, 624.
Arachniden 492, 494.
Arbeitstheilung 241, 251, 456.
Archezoen 448, 450.
Archigonie 164, 301.
Archolithiſches Zeitalter 340, 344.
Arier 617, 625.
Ariſtoteles 50, 69.

Art 37, 244, 601.
Arthropoden 448, 484.
Articulaten 437.
Ascidien 466, 510.
Asconen 457.
Asteriden 478, 480.
Atavismus 186.
Australier 604, 609.
Autogenie 302.

Bär (Carl Ernst) 96.
Bär's Abstammungslehre 97.
— Entwickelungsgeschichte 262.
— Thiertypen 48, 436.
Basken 616.
Bastarde 130, 180, 245.
Bastardzeugung 41, 189, 245.
Bathybius 165, 306, 379.
Berber 617, 624.
Beutelherzen 509.
Beutelthiere 540, 548, 588.
Beutler 540.
Bevölkerungszahlen 626.
Bildnerinnen 308.
Bildungstriebe 80, 226, 300.
Biogenetisches Grundgesetz 276, 361.
Biologie 5.
Blumenlose 402, 404.
Blumenpflanzen 404, 427.
Blumenthiere 458.
Brachiopoden 471.
Bruno (Giordano) 21, 64.
Brustlose 538, 540.
Bryozoen 464, 466.
Buch (Leopold) 95.
Büchner (Louis) 98.
Büschelhaarige Menschen 603, 626.

Calcispongien 456, 460.
Cambrisches System 340, 345.
Carbonisches System 342, 345.
Carus (Victor) 97.
Causale Weltanschauung 16, 67.
Chamisso (Adalbert) 185.
Chinesen 605, 611.
Chorologie 312.
Cenolithisches Zeitalter 344, 346.
Cephalopoden 473, 474.
Cochliden 473, 474.
Coelenteraten 452, 460.
Coelomaten 463, 465.
Coniferen 404, 429.
Cormophyten 403.
Correlation der Theile 196.
Crinoiden 480, 488.
Crustaceen 486, 488.
Ctenophoren 452, 456.
Cuvier (George) 46.
Cuvier's Kataklysmentheorie 53.
— Paläontologie 49.
— Revolutionslehre 53.
— Schöpfungsgeschichte 54.
— Speciesbegriff 46.
— Streit mit Geoffroy 78.
— Thiersystem 48.
— Thiertypen 48, 436.
Cycadeen 404, 429.
Cyclostomen 511, 512.
Cytoden 308.

Darwin (Charles) 117.
Darwinismus 133.
Darwin's Korallentheorie 118.
— Leben 117.
— Reise 117.
— Selectionstheorie 133.
— Taubenstudium 125.
— Züchtungslehre 133.
Darwin (Erasmus) 105.
Deciduathiere 544, 557.
Decidualose 544, 550.
Deckfamige 404, 430.
Deduction 77, 647.
Demokritus 21.
Denken 654.
Devonisches System 342, 345.
Diatomeen 377, 385.
Dicke der Erdrinde 349.
Dicotylen 404, 431.
Differenzirung 241, 253.
Diluvial-System 345.
Dipneusten 512, 520.
Divergenz 241.
Drachen 32.

Dravida 604, 614.
Dualiſtiſche Weltanſchauung 19, 67.
Dysteleologie 14, 644.

Echiniden 480, 484.
Echinodermen 476, 480.
Egypter 617, 624.
Ei des Menſchen 170, 265, 572.
Eidechſen 530.
Eier 170, 178.
Eifurchung (Eitheilung) 170, 266, 580.
Einheit der Natur 20, 301.
Einheitliche Abſtammungshypotheſe 371.
Einkeimblättrige 404, 431.
Eiszeit 324, 348.
Eithiere 446, 450.
Eiweiskörper 294.
Elephant 559.
Empirie 71, 640.
Endurſache 20, 31.
Eocen-Syſtem 345, 346.
Erbadel 161.
Erblichkeit 158.
Erbſünde 161.
Erbweisheit 161.
Erkenntniſſe aposteriori 29, 636.
— apriori 29, 636.
Erklärung der Erſcheinungen 28.
Ernährung 199.
Eſtrellen 476.

Fadenpflanzen 404, 414.
Farne 420, 464.
Filicinen 404, 421.
Finnen 605, 612.
Fiſche 515, 516.
Flagellaten 377, 382.
Flechten 404, 416.
Flederthiere 544, 563.
Flimmerkugeln 383.
Flimmerſchwärmer 442, 444.
Flugeidechſen 530, 531.
Fortpflanzung 164.
— amphigone 175.
— geſchlechtliche 175.
— jungfräuliche 177.
— monogone 164.
Fortpflanzung, ſexuelle 175.
— ungeſchlechtliche 164.
Fortſchritt 247, 252.
Freke 106.
Fulater 604, 615.

Gaſträa 444, 445.
Gaſträaden 452, 581.
Gaſtrula 443, 444.
Gattung 37.
Gegenbaur 278, 491, 503.
Gehirnentwickelung 270.
Geiſt 20, 650.
Geiſtige Entwickelung 635, 650.
Geißelſchwärmer 377, 382.
Gemmation 172.
Generationswechſel 187, 482.
Genus 37.
Geocentriſche Weltanſchauung 35.
Geoffroy S. Hilaire 77, 103.
Germanen 617, 625.
Geſchlechtstrennung 176.
Geſtaltungskräfte 80, 300.
Gibbon 570, 576.
Glauben 8, 628.
Gliederthiere 448, 484.
Gliedfüßer 485.
Goethe (Wolfgang) 73.
Goethe's Abſtammungslehre 82.
— Bildungstriebe 82, 226.
— Biologie 80.
— Entwickelungslehre 82.
— Gottesidee 64.
— Materialismus 20, 651.
— Metamorphoſe 81.
— Naturanſchauung 20.
— Naturforſchung 73.
— Naturphiloſophie 73.
— Pflanzenmetamorphoſe 74.
— Speciſikationstrieb 81.
— Wirbeltheorie 75.
— Zwiſchenkieferfund 76.
Gonochorismus 176.
Gonochoriſten 176.
Gorilla 570, 575.
Gottesvorſtellung 64.
Grant 106.

Gregarinen 448, 451.
Griechen 617, 625.
Gymnospermen 404, 428.

Halbaffen 544, 558, 589.
Halisaurier 512, 521.
Hasenkaninchen 131, 245.
Hausthiere 122.
Heliozoen 389.
Herbert 105.
Heredität 158.
Hermaphroditismus 176.
Hermaphroditen 176.
Herschel's Kosmogenie 285.
Himategen 583, 592.
Hirnblasen des Menschen 271.
Holothurien 480, 484.
Hooker 106.
Hottentotten 607, 626.
Hülleytoden 308.
Hüllzellen 308.
Hufthiere 552, 554.
Huxley 106, 130, 568.
Hybridismus 189, 245.
Hydromedusen 458, 460.

Japanesen 605, 612.
Individuelle Entwickelung 261.
Indochinesen 605, 612.
Indogermanen 617, 625.
Induction 77, 647.
Infusionsthiere 448, 451.
Infusorien 448, 451.
Inophyten 404, 414.
Insekten 494, 496.
Insektenfresser 545, 561.
Instinkt 635.
Iraner 617, 624.
Juden 617, 624.
Jura-System 343, 345.

Kaffern 607, 626.
Kalkschwämme 456, 460.
Kammerwesen 387.
Kammquallen 459, 460.
Kampf um's Dasein 143, 225.
Kant (Immanuel) 89.
Kant's Abstammungslehre 93.
— Erdbildungstheorie 92.
— Entwickelungstheorie 285.
— Kritik der Urtheilskraft 91.
— Mechanismus 34, 91.
— Naturphilosophie 90.
Katallakten 377, 384.
Katarhinen 570, 573.
Kaukasier 615, 616.
Keimknospenbildung 173.
Keimzellenbildung 174.
Kiemenbogen des Menschen 274.
Kiemenkerse 486, 488.
Kieselzellen 377, 385.
Klima-Wechsel 328.
Kloakenthiere 539, 543.
Knochenfische 516, 519.
Knospenbildung 172.
Kohlenstoff 293, 299.
Kohlenstofftheorie 298.
Koreo-Japaner 605, 612.
Kosmogenie 285.
Kosmologische Gastheorie 287.
Kopernikus 35.
Korallen 458, 460.
Kracken 473, 474.
Krebse 486, 488.
Kreide-System 343, 345.
Krocodile 530.
Krustenthiere 486, 488.
Kryptogamen 402, 404.
Kulturpflanzen 122.

Labyrinthläufer 377, 384.
Labyrinthuleen 377, 384.
Lamarck (Jean) 98.
Lamarck's Abstammungslehre 100.
— Anthropologie 102, 565.
— Naturphilosophie 99.
Lamarckismus 134.
Lamellibranchien 472, 474.
Lanzetthiere 508, 512.
Laplace's Kosmogenie 285.
Laurentisches System 340, 345.
Lebenskraft 20, 297.
Lemurien 321, 619.
Leonardo da Vinci 51.

Leptocardier 506, 512.
Leuconen 457.
Linné (Carl) 36.
Linné's Artenbenennung 37.
— Pflanzenklassen 401.
— Schöpfungsgeschichte 40.
— Speciesbegriff 37.
— System 36.
— Thierklassen 436.
Lockenhaarige Menschen 606, 626.
Lurche 512, 523.
Lurchfische 512, 520.
Lyell (Charles) 112.
Lyell's Schöpfungsgeschichte 114.

Magyaren 605, 612.
Malayen 604, 610.
Malthus' Bevölkerungstheorie 143.
Mammalien 536, 545.
Mantelthiere 466, 510.
Marsupialien 540, 543, 588.
Materialismus 32.
Materie 20, 651.
Mechanische Ursachen 31, 67.
Mechanische Weltanschauung 16, 67.
Mechanismus 34, 91.
Medusen 458, 460.
Menschenaffen 571, 575.
Menschenarten 593, 604.
Menschenrassen 593, 601, 604.
Menschenseele 651.
Menschenspecies 593, 604.
Mesolithisches Zeitalter 344, 350.
Metagenesis 185.
Metamorphismus der Erdschichten 354.
Metamorphose 81.
Migrationsgesetz 331.
Migrationstheorie 326.
Miocen-System 345, 346.
Mittelländer 604, 615.
Mollusken 469, 474.
Moneren 165, 305, 378, 578.
Monerula 441, 444.
Mongolen 604, 611.
Monismus 32.
Monistische Weltanschauung 19, 67.
Monocotylen 404, 431.
Monoglottonen 621, 626.
Monogonie 164.
Monophyleten 371, 599.
Monophyletische Descendenzhypothese 371.
Monorhinen 511, 512.
Monosporogonie 174.
Monotremen 539, 543.
Morphologie 20.
Morula 442, 444.
Moose 404, 419.
Moses Schöpfungsgeschichte 34.
Mosthiere 464, 486.
Muscheln 472, 474.
Müller (Fritz) 45, 66, 486.
Müller (Johannes) 278, 511.
Muscinen 404, 419.
Myriapoden 493, 494.
Myxomyceten 377, 385.

Nacktsamige 404, 428.
Nadelhölzer 404, 429.
Nagethiere 545, 559.
Naturphilosophie 70.
Neger 608, 626.
Nematelminthen 464, 466.
Nesselthiere 457, 460.
Newton 23, 94.
Nichtzwitter 176.
Nubier 604, 614.

Oecologie 645.
Oken (Lorenz) 86.
Oken's Entwickelungsgeschichte 262.
— Infusorientheorie 87.
— Naturphilosophie 86.
— Urschleimtheorie 86.
Olynthus 456.
Ontogenesis 261.
Ontogenie 9, 361.
Orang 571, 576.
Organe 5.
Organismen 5, 291.
Ovularien 448, 450.

Paarnasen 511, 513.
Paläolithisches Zeitalter 342, 344.
Paläontologie 49.

Paliffy 52.
Palmfarne 404, 429.
Pander (Chriſtian) 262.
Papua 606, 626.
Paradies 619.
Parallelismus der Entwickelung 279.
Parthenogeneſis 177.
Permiſches Syſtem 342, 345.
Petrefacten 50.
Pflanzenthiere 460.
Phanerogamen 404, 427.
Philoſophie 71, 640.
Phylogenie 10, 361.
Phylogeneſis 261.
Phylum 370.
Phyſiologie 20.
Pilze 404, 415.
Pithekoidentheorie 646.
Placentalien 544, 548.
Placentalthiere 544, 548.
Placentner 544, 548.
Planäa 442, 444.
Planäaden 452, 580.
Planula 448, 452, 580.
Plasma 166, 294.
Plasmogonie 302.
Plaſtiden 308.
Plaſtidentheorie 294, 309.
Plattnaſige Affen 570, 578.
Plattwürmer 463, 464.
Platyelminthen 463, 464.
Platyrhinen 570, 573.
Pleiſtocen-Syſtem 345, 346.
Pliocen-Syſtem 345, 346.
Polarmenſchen 604, 612.
Polyglottonen 620, 626.
Polypenquallen 458, 460.
Polyſporogonie 173.
Polyphyleten 371, 599.
Polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe 372.
Polypen 459.
Polyneſier 604, 610.
Poriferen 454, 460.
Primärzeit 342, 344.
Primordialzeit 340, 344.
Prochordaten 578.
Promammalien 543, 588.
Protamnien 587, 592.
Protamoeben 378.
Prothallophyten 403, 417.
Prothallusphanzen 403, 417.
Protiſten 375.
Protophyten 404, 407.
Protoplasma 166, 294.
Protoplaſten 377, 379.
Protozoen 438, 448, 450.

Radiaten 437, 438.
Radiolarien 296, 329, 389.
Räderthiere 464, 466.
Raſſen 247.
Raubthiere 544, 561.
Recent-Syſtem 345.
Reptilien 529, 531.
Rhizopoden 377, 385.
Ringelwürmer 464, 466.
Rohrherzen 506, 512.
Romanen 617, 625.
Rotatorien 464, 466.
Rudimentäre Augen 13, 255.
— Beine 13.
— Flügel 256.
— Griffel 14.
— Lungen 257.
— Milchdrüſen 258.
— Muskeln 12.
— Nickhaut 12.
— Organe 11, 255.
— Schwänze 258.
— Staubfäden 14.
— Zähne 11.
Rückſchlag 186, 441, 579.
Rundmäuler 511, 512.
Rundwürmer 464, 466.

Sackwürmer 583, 592.
Säugethiere 536, 545.
Saurier 529.
Schaaffhauſen 98.
Schädelloſe 506, 512, 584.
Schädelthiere 507, 512.
Scheinhufthiere 544, 559.
Schildkröten 530.
Schimpanſe 570, 575.

Variation 197.
Varietäten 247.
Veränderlichkeit 197.
Vererbung 157, 182.
— abgekürzte 190.
— amphigone 188.
— angepaßte 191.
— befestigte 194.
— beiderseitige 18.
— conservative 183.
— constituirte 194.
— continuirliche 184.
— erhaltende 183.
— erworbene 191.
— fortschreitende 191.
— gemischte 188.
— geschlechtliche 187.
— gleichörtliche 195.
— gleichzeitliche 194.
— homochrone 194.
— homotope 195.
— latente 184.
— progressive 191.
— sexuelle 187.
— unterbrochene 184.
— ununterbrochene 184.
— vereinfachte 190.
Vererbungsgesetze 182.
Vermenschlichung 17, 60.
Versteinerungen 50.
Vertebraten 505, 512.
Vervollkommnung 247, 253.
Vielheitliche Abstammungshypothese 372.
Vitalistische Weltanschauung 16, 67.
Vließhaarige Menschen 603, 626.
Vögel 512, 532.
Vorfahren des Menschen 578, 592.

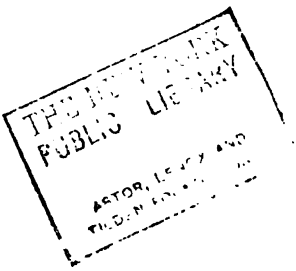
Wagner (Moritz) 328.
Wagner (Andreas) 123.
Wallace (Alfred) 121.
Wallace's Chorologie 321, 332.
Wallace's Selectionstheorie 121.
Walthiere 544, 596.
Wanderungen der Menschenarten 618.
Wanderungen der Organismen 314.
Wechselbeziehung der Theile 216, 220.
Weichthiere 469, 474.
Weichwürmer 582, 592.
Weil's Selectionstheorie 134.
Willensfreiheit 100, 212, 654.
Wimperinfusorien 451.
Wirbellose 436, 505.
Wirbelthiere 500, 512.
Wissen 8, 628.
Wolff's Entwickelungstheorie 262.
Wollhaarige Menschen 603, 605.
Wunder 20.
Wurzelfüßer 377, 385.
Würmer 462, 464.

Zahl der Bevölkerung 626.
Zahnarme 544, 557.
Zellen 168.
Zellenbildung 307.
Zellenkern 168.
Zellentheilung 169.
Zellentheorie 307.
Zellhaut 168.
Zellstoff 168.
Zeugung 164, 301.
Zoophyten 452, 460.
Züchtung, ästhetische 240.
— geschlechtliche 236.
— gleichfarbige 235.
— künstliche 136, 152, 227.
— medicinische 155.
— militärische 153.
— musikalische 238.
— natürliche 151, 225.
— psychische 240.
— sexuelle 236.
— spartanische 152.
Zweckmäßigkeit der Natur 17.
Zweckthätige Ursachen 31, 67.
Zweikeimblättrige 404, 431.
Zwitter 176.
Zwitterbildung 176.

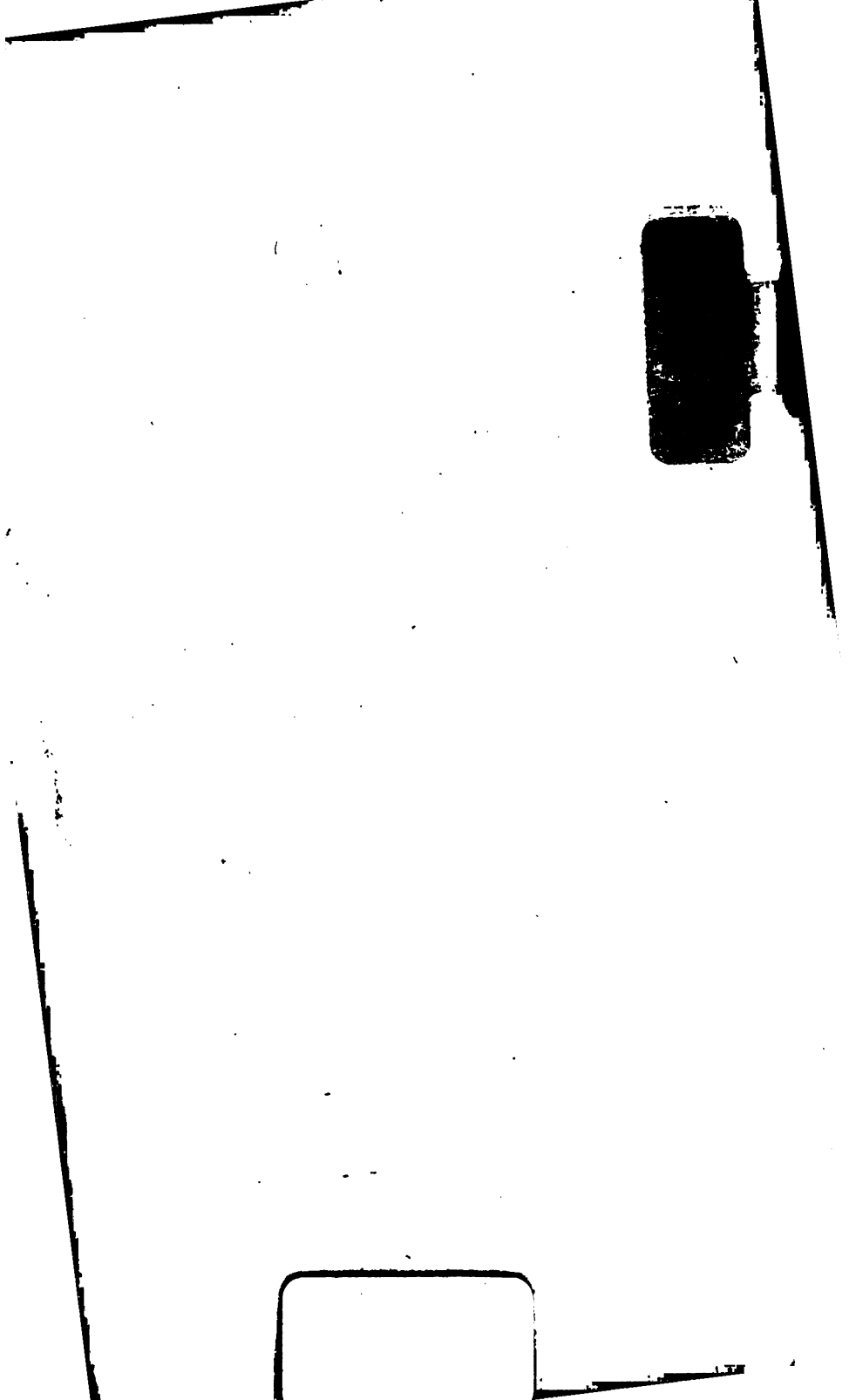
Druck von Fr. Frommann in Jena.

etische Skizze

ischen Ursprungs und der
12 Menschen-Species von
aus über die Erde.


PUBLIC

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT

This book is under no circumstances to be taken from the Building

Form 419